

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-83949

(P2001-83949A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 9 G 5/00

G 0 9 G 5/00

Z

G 0 3 B 21/00

G 0 3 B 21/00

D

G 0 9 G 5/36

H 0 4 N 5/74

D

H 0 4 N 5/74

G 0 9 G 5/36

5 3 0 W

審査請求 未請求 請求項の数35 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号

特願平11-261476

(22) 出願日

平成11年9月16日 (1999.9.16)

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 濱崎 省吾

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100081813

弁理士 早瀬 憲一

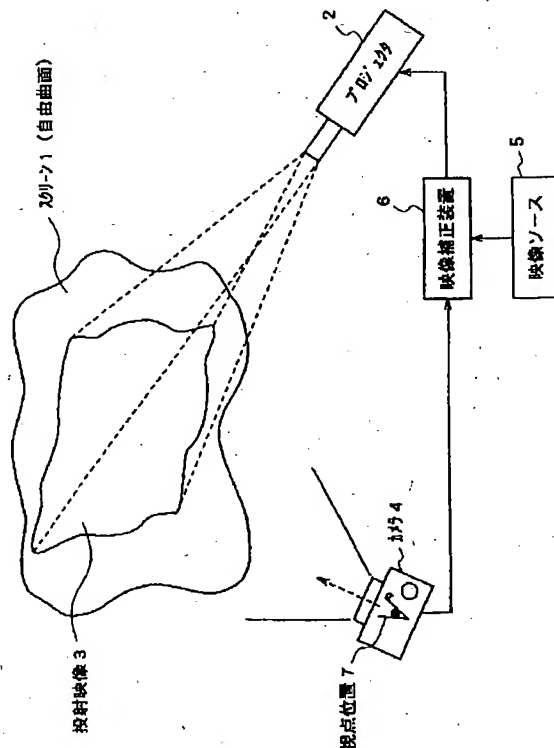
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 映像投影装置

(57) 【要約】

【課題】 スクリーンに映像を投影する装置において、設置調整作業の省力化を目的とする。

【解決手段】 自由曲面の表面のスクリーン1に対して斜めに配置したプロジェクタ2で投影した映像を、ある視点位置7で観察する状況で、テスト画像を投影し視点位置7のカメラ4でテスト画像を撮影し、あらかじめ逆の歪みを与えるための補正データを生成し、この補正データで投影したい映像を補正処理しプロジェクタ2で投影することにより、視点位置7から見て歪みなく正しい映像を得ることが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 テスト画像を生成するテスト画像生成手段と、

画像をスクリーンに投影する映像投影手段と、
投影されたテスト画像の投射映像を撮影し、撮影画像として出力する撮影手段と、

生成した上記テスト画像と上記撮影画像とを比較して、
投射映像の歪量を算出する歪量計算手段と、

上記歪量から画像を歪みなく投影できるよう、画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成手段と、

上記補正データを保持しておく補正データ記憶手段と、
を備えたことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の映像投影装置において、
映像を受付ける映像入力手段と、

受付けた上記映像に対し、上記補正データ記憶手段に記憶している補正データで補正処理を行い、上記映像投影手段に出力する映像補正手段と、

を、さらに備えたことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の映像投影装置において、
上記映像補正手段は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行うものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の映像投影装置において、

上記撮影手段は、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影し撮影画像として出力するものであり、

上記撮影画像からスクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出手段を、さらに備え、

上記歪量計算手段は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれかに記載の映像投影装置において、

補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を投影指定領域とし、

視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち少なくとも 1 つを設置条件として入力する入力手段を、さらに備え、

上記歪量補正手段は、上記入力手段の設置条件をも加味して、投射映像の歪量を算出するものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の映像投影装置において、

上記入力手段は、スクリーンを表す図形とテスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面においてユ

ーザが投影指定領域を指定するものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 7】 請求項 2 から 6 のいずれかに記載の映像投影装置において、

上記映像投影手段は、映像補正手段で補正処理をした画像をスクリーンに投影するとともに、テスト画像生成手段のテスト画像を可視光域以外のある波長域でスクリーンに投影するものであり、

上記撮影手段は、投影されたテスト画像の投射映像を、上記波長域で撮影するものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれかに記載の映像投影装置において、

テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の映像投影装置において、
テスト画像は、各特徴点が 1 つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 に記載の映像投影装置において、

テスト画像は、各特徴点異なる色のものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 11】 請求項 8 から 10 のいずれかに記載の映像投影装置において、

テスト画像は、各特徴点異なる周期で点滅するものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 12】 請求項 8 から 11 のいずれかに記載の映像投影装置において、

テスト画像は、複数の特徴点が縦横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、

ことを特徴とする映像投影装置。

【請求項 13】 テスト画像を生成するテスト画像生成工程と、

画像をスクリーンに投影する映像投影工程と、

投影されたテスト画像の投射映像を撮影し、撮影画像として出力する撮影工程と、

生成した上記テスト画像と、上記撮影画像とを比較し

て、投射映像の歪量を算出する歪量計算工程と、

上記歪量から画像を歪みなく投影できるよう、画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成工程と、

上記補正データを保持しておく補正データ記憶工程と、
を備えたことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 14】 請求項 13 記載の映像投影方法において、

映像を受付ける映像入力工程と、

受付けた上記映像に対し、上記補正データ記憶工程で記

憶している補正データを用いて補正処理を行い、上記映像投影工程に出力する映像補正工程と、
を、さらに備えたことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 15】 請求項 14 記載の映像投影方法において、

上記映像補正工程は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行う工程を有する、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 16】 請求項 13 から 15 のいずれかに記載の映像投影方法において、

上記撮影工程は、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影し、撮影画像として出力するものであり、

上記撮影画像からスクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出工程を、さらに備え、

上記歪量計算工程は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 17】 請求項 13 から 16 のいずれかに記載の映像投影方法において、

補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を、投影指定領域とし、

視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち少なくとも 1 つを、設置条件として入力する入力工程を、さらに備え、

上記歪量補正工程は、上記入力工程の設置条件をも加味して、投射映像の歪量を算出するものである、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 18】 請求項 17 に記載の映像投影方法において、

上記入力工程は、スクリーンを表す図形と、テスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面において、ユーザが投影指定領域を指定するものである、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 19】 請求項 14 から 18 のいずれかに記載の映像投影方法において、

上記映像投影工程は、映像補正工程で補正処理をした画像をスクリーンに投影するとともに、テスト画像生成工程で生成したテスト画像を可視光域以外のある波長域でスクリーンに投影するものであり、

上記撮影工程は、投影されたテスト画像の投射映像を上記波長域で撮影するものである、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 20】 請求項 13 から 19 のいずれかに記載の映像投影方法において、

上記テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 21】 請求項 20 に記載の映像投影方法において、

上記テスト画像は、各特徴点が 1 つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 22】 請求項 20 または 21 記載の映像投影方法において、

上記テスト画像は、各特徴点が異なる色のものである、
ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 23】 請求項 20 から 22 のいずれかに記載の映像投影方法において、

上記テスト画像は、各特徴点が異なる周期で点滅するものである、

ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 24】 請求項 20 から 23 のいずれかに記載の映像投影方法において、

上記テスト画像は、複数の特徴点が縦、横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、

20. ことを特徴とする映像投影方法。

【請求項 25】 テスト画像を生成する手順と、スクリーンに投影したテスト画像の投射映像を撮影した撮影画像と、生成した上記テスト画像とを比較し、投射映像の歪量を算出する歪量計算手順と、

上記歪量から画像を歪みなく投影するために画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成手順と、

上記補正データを保持する補正データ記憶手順とを、コンピュータに実行させる映像投影プログラムを記録した記録媒体。

30. 【請求項 26】 請求項 25 記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、

上記映像投影プログラムは、受付けた映像に対し、補正データ記憶手順で保持している補正データを補正処理させ、スクリーンに投影する映像補正手順を、さらに備えたものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 27】 請求項 26 記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、

上記映像補正手順は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行う処理手順を有するものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 28】 請求項 25 から 27 のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、

投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影した撮影画像から、スクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出手順を付加し、

上記歪量計算手順は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、
ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 29】 請求項 25 から 28 のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を、

投影指定領域とし、
視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち

少なくとも 1 つを、設置条件として入力する入力手順を、さらに備え、

上記歪量補正手順は、上記設置条件をも加味して投射映像の歪量を算出するものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 30】 請求項 29 記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、
入力手順は、スクリーンを表す図形と、テスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面において、ユーザが投影指定領域を指定するものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 31】 請求項 25 から 30 のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、
テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 32】 請求項 31 記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、

テスト画像は、各特徴点が 1 つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 33】 請求項 31 または請求項 32 記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、

テスト画像は、各特徴点が異なる色のものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 34】 請求項 31 から 33 のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、
テスト画像は、各特徴点が異なる周期で点滅するものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 35】 請求項 31 から 34 のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、

テスト画像は、複数の特徴点が縦、横方向にそれぞれ等

間隔で並んだものである、

ことを特徴とする映像投影プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プロジェクタによりスクリーンに映像を投影する映像投影装置、映像投影方法、および映像投影プログラムを記録した記録媒体に関し、特にテスト画像をカメラで撮影し、歪みを自動的に補正する機能を有する映像投影装置、映像投影方法、および記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、プロジェクタによる映像を提示する映像投影装置の利用が増加している。例えば、モバイル用途のノート PC とプロジェクタを使ったプレゼンテーション装置をはじめ、広視野スクリーンに、単数または複数のプロジェクタを用いた高臨場感装置や、イリノイ大学の CAVE に代表されるような、多面スクリーンとプロジェクタを使った VR 環境の提供装置などがある。モバイル用途のプレゼンテーション装置では、使用時のみにスクリーン、およびプロジェクタを設置し、使用後に撤収する形態が多く、その用途から設置作業の簡便さが求められている。しかし、このような環境で使用される仮設型のスクリーンは弛みが発生しやすく、歪みのない映像を映すためには、細かい設置調整作業が必要である。

【0003】また、広視野スクリーンや多面スクリーンを用いた装置では、常設のスクリーンを用いることが多い。この場合、スクリーンの形状が、球面や円筒形などの曲面、あるいは箱型などであることが多く、設計通りの形状や位置に、スクリーンを初期設置する作業が必要となる。また、特に複数のプロジェクタを使った映像提示装置では、各プロジェクタの映像がスクリーン上でうまくつながるように、プロジェクタやスクリーンの設置位置等を調整する設置作業が必要となる。また、経時変化によるスクリーンの垂みや、プロジェクタの特性変化や、位置ずれ等を調整する定期的なメンテナンス作業が必要となる。これらの作業は、専門家でも手間がかかるものであり、これら設置作業の簡便化が求められている。従来、スクリーンに投影する映像の歪みを軽減することにより、設置作業の簡便化をはかる例として、カメラを使ってテスト画像を撮影することにより、歪みを自動的に補正する機能を有する装置、「画像投影装置」(特開平 10-200836 号)がある。

【0004】以下、図面を参照しながら、上記第 1 の従来例について説明する。図 2 は、第 1 の従来例である画像投影装置のブロック図である。図 2 において、101 は映像を投影するスクリーン、102 はテスト画像、103 はテスト画像 102 を発生するパターン発生回路、104 は映像信号をデジタル信号からアナログ信号に変

換するD/A変換回路、105はスクリーン101に映像を投影するプロジェクタ、106はテスト画像102を撮影するカメラ、107はカメラ106の映像信号と外部からのビデオ信号とを切替える切替スイッチ、108は映像信号をアナログ信号からデジタル信号に変換するA/D変換回路、109はテスト画像102のみの画像データを抽出するパターン抽出回路、110は歪み補正量を計算するCPU、111は歪み補正量を記憶するメモリ、112は映像信号を切替える切替スイッチ、113は映像信号を補正する歪み補正回路である。

【0005】上記第1の従来例ではその詳細動作について、実施例で以下のことが開示されている。第1の従来例では、テスト画像としては、上下または左右に並べられた同一の長さを有する2本の線分であればよく、例えば正方形や長方形などの矩形がある。第1の従来例では、各装置の配置条件として、スクリーンの法線と、プロジェクタのレンズの光軸とは、平行である必要はないが、スクリーンの法線と、カメラの光軸とは、平行にする必要がある。また、該第1の従来例の実施例では、プロジェクタの光軸とスクリーンの法線とのなす角が、カメラの光軸とスクリーンの法線とのなす角より小さければ、一定の補正効果が得られる、と述べられている。

【0006】図3は、第1の従来例の全体のフローチャートである。図4は、第1の従来例の、補正前後におけるテスト画像を説明する図である。

【0007】まず、パターン発生回路103は、正方形のテスト画像102を発生し、該テスト画像は、切り替えスイッチ112、及び無処理で歪み補正回路113を通過し、D/A変換回路104を経由して、プロジェクタ105によってスクリーン101に投影される(図3のステップS101)。このとき、プロジェクタ105の光軸と、スクリーン101の法線とがずれていると、図4(a)に示すように、上記テスト画像102のスクリーン101上への投影像は、台形状に変形する。次に、スクリーン101に向けられたカメラ106で、上記変形したテスト画像102を撮影し、A/D変換回路108を経由して、パターン抽出回路109に入力される(図3のステップS102)。パターン抽出回路109では、テスト画像102のみの画像データを抽出し、テスト画像102の歪量と、歪みを補正するための補正量とを、CPU110で計算し、補正データをメモリ111に記憶する。(図3のステップS103)。

【0008】次に、このステップS103の、歪量の計算と補正データの生成の手順について説明する。図5は、第1の歪量の計算と補正データの生成を含む処理の流れを示すフローチャートである。抽出された、テスト画像102の上辺と下辺の長さの差と、この上辺と下辺の間隔との比から、上記テスト画像102の上記スクリーン101上での、上下方向における単位間隔当たりの変化量を求め、上下方向の歪量とする(図5のステップS103-

1)。同様に、抽出されたテスト画像102の左辺と右辺の長さの差と、この左辺と右辺の間隔との比から、左右方向における単位間隔当たりの変化量を求め、左右方向の歪量とする(図5のステップS103-2)。上記、上下方向と左右方向の歪量から、直線補間法などで、あらかじめ歪ませておくための補正データを求める(図5のステップS103-3)。

【0009】次に、歪みなくスクリーンに投影したい外部ビデオ信号は、切替えスイッチ107、A/D変換回路108、切替えスイッチ112を経由して、歪み補正回路113に入力される。歪み補正回路113では、メモリ111に記憶されている歪み補正データに従って、映像信号を補正し(図4(b)、図5のステップS104)、該補正された映像信号は、D/A変換回路104を経由してプロジェクタ105に入力される。プロジェクタ105は、スクリーン101に投影し、歪みのない映像(図4(c)に示す)が得られる(図5のステップS105)。また、別の従来例として、複数台のプロジェクタで投影した映像を1つの連続した映像として表示するために、投影する映像の一部を重ねるとともに、映像にあらかじめ歪みを与える機能を有する装置、「高臨場映像表示方法とその装置」(特開平6-178327号)がある。以下、図面を参照しながら、上記第2の従来例について説明する。図6は、第2の従来例である高臨場映像表示方法と、その装置のブロック図を示す。図6において、201a、201b、201cは映像信号を投影する投影手段、202a、202b、202cは画像の歪みを補正する射影変換手段、203a、203b、203cは投影された画像が連続するように変換する連続画像変換手段、204は画像が投影されるスクリーンである。

【0010】図7は、投影された画像の形状を示す図である。図7において、205a、205b、205cは投影変換を行わずに投射した画像、206a、206b、206cは投影変換を行なった後に投射した画像、207m、207nは画像の重なり部分である。

【0011】次に、上記第2の従来例の高臨場映像表示方法とその装置の処理概要について説明する。入力された映像信号は、あらかじめ想定しておいた画像の重なり部分207m、207nについて、連続画像変換手段203によって2つの画像が滑らかに重なるように輝度等を調整し、射影変換手段202は斜め投影による歪みをあらかじめ想定し、逆の歪みを画像信号に付加することにより、画像の歪みをキャンセルし、図7の206a、206b、206cに示す長方形になるように、投影変換を行なった画像を投射することにより、スクリーンに対して斜めに投射した複数の映像が歪みなく滑らかに連続してなる画像を得ることができる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1の従来例に示す上記のような構成では、スクリーンが平面

ならばある程度の補正効果を期待することができるが、弛んだスクリーンのように平面とは限らないスクリーンに対しては、歪みを正確に補正することはできない、という課題があった。

【0013】また、第1の従来例に示す上記のような構成では、観察者の視点位置と、カメラの位置と、プロジェクタの位置とを一致させておかなければならず、視点位置やプロジェクタの位置を自由に設定して、歪みのない映像を提供するようにすることはできない、という課題があった。また、第1の従来例に示す上記のような構成では、歪みの補正を行うことはある程度の範囲でできるものの、補正した映像のスクリーン上の大きさや位置を希望通りに投影するためには、プロジェクタの位置や向きを変更して、または光学レンズ系を調整して、再度補正データを作成しなければならず、設置作業に手間と時間がかかる、という課題があった。また、第1の従来例に示す上記のような構成では、補正データを一度生成した後に、スクリーンの形状が変化する場合には、再度歪み補正を行なう必要があり、風や振動などの外的要因で頻繁にスクリーン形状が変化する環境ではこれを使うことができない、という課題があった。

【0014】また、第2の従来例に示す上記のような構成では、スクリーン形状やプロジェクタ特性を細かく調べた上で、設置位置を設計する際に歪み補正データを算出しておき、該歪み補正データを装置にあらかじめ組み込んでおく必要があった。このため、装置の設置作業時に、スクリーン形状やプロジェクタ位置や向きを、設計時の仕様通りに厳密に設定することができず、十分な効果を得ることができず、この設置作業に手間と時間がかかるという課題があった。また、第2の従来例に示す上記のような構成では、複数のプロジェクタによる映像をスクリーン上で連続した1つの映像として見せるために、映像の一部を重ねてその部分の輝度を調整することにより、継目を目立たせないように処理を行なっている。このため、設置時には、輝度調整のパラメータ決定作業が、投影時には映像の重複部分でのリアルタイムな輝度調整処理が、それぞれ必要となるという課題があった。

【0015】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、自由曲面のスクリーンに対して、あらかじめスクリーン形状を調べることなく、またプロジェクタの配置を厳密に調整することなく、簡単に歪みのない映像を得ることのできる、映像投影装置、映像投影方法、及び映像投影プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的としている。また、観察者の視点位置と、テスト画像を撮影するカメラの位置と、プロジェクタの位置とを自由に設定しても、観察者の視点位置から見て歪みのない映像を得ることのできる、映像投影装置、映像投影方法、および映像投影プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的としている。また、歪み補正を行

うのと同時に、プロジェクタやスクリーンの位置や向きを変更することなく、スクリーン上の所望の位置に所望の大きさの映像を提示することのできる、映像投影方法、映像投影装置、および映像投影プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的としている。また、スクリーン形状が頻繁に変化する状態において、歪みのない映像を提供することのできる、映像投影方法、映像投影装置、および映像投影プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的としている。また、複数のプロジェクタによる映像を、プロジェクタの配置を厳密に調整することなく、連続した1つの映像として得ることのできる、映像投影方法、映像投影装置、および映像投影プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明の請求項1にかかる映像投影装置は、テスト画像を生成するテスト画像生成手段と、画像をスクリーンに投影する映像投影手段と、投影されたテスト画像の投射映像を撮影し、撮影画像として出力する撮影手段と、生成した上記テスト画像と上記撮影画像とを比較して、投射映像の歪量を算出する歪量計算手段と、上記歪量から画像を歪みなく投影できるよう、画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成手段と、上記補正データを保持しておく補正データ記憶手段と、を備えたことを特徴とするものである。本発明の請求項2にかかる映像投影装置は、請求項1記載の映像投影装置において、映像を受付ける映像入力手段と、受付けた上記映像に対し、上記補正データ記憶手段に記憶している補正データで補正処理を行い、上記映像投影手段に出力する映像補正手段と、をさらに備えたことを特徴とするものである。本発明の請求項3にかかる映像投影装置は、請求項2記載の映像投影装置において、上記映像補正手段は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行うものである、ことを特徴とするものである。本発明の請求項4にかかる映像投影装置は、請求項1から3のいずれかに記載の映像投影装置において、上記撮影手段は、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影し撮影画像として出力するものであり、上記撮影画像からスクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出手段を、さらに備え、上記歪量計算手段は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものである。

【0017】本発明の請求項5にかかる映像投影装置は、請求項1から4のいずれかに記載の映像投影装置において、補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を投影指定領域とし、視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形

状、及び投影指定領域のうち少なくとも1つを設置条件として入力する入力手段を、さらに備え、上記歪量補正手段は、上記入力手段の設置条件をも加味して投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものである。

【0018】本発明の請求項6にかかる映像投影装置は、請求項5に記載の映像投影装置において、上記入力手段は、スクリーンを表す図形とテスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面においてユーザが投影指定領域を指定するものである、ことを特徴とするものである。

【0019】本発明の請求項7にかかる映像投影装置は、請求項2から6のいずれかに記載の映像投影装置において、上記映像投影手段は、映像補正手段で補正処理をした画像をスクリーンに投影するとともに、テスト画像生成手段のテスト画像を可視光域以外のある波長域でスクリーンに投影するものであり、上記撮影手段は、投影されたテスト画像の投射映像を、上記波長域で撮影するものである、ことを特徴とするものである。

【0020】本発明の請求項8にかかる映像投影装置は、請求項1から7のいずれかに記載の映像投影装置において、テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、ことを特徴とするものである。

【0021】本発明の請求項9にかかる映像投影装置は、請求項8に記載の映像投影装置において、テスト画像は、各特徴点が1つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、ことを特徴とするものである。

【0022】本発明の請求項10にかかる映像投影装置は、請求項8または9に記載の映像投影装置において、テスト画像は、各特徴点異なる色のものである、ことを特徴とするものである。

【0023】本発明の請求項11にかかる映像投影装置は、請求項8から10のいずれかに記載の映像投影装置において、テスト画像は、各特徴点異なる周期で点滅するものである、ことを特徴とするものである。

【0024】本発明の請求項12にかかる映像投影装置は、請求項8から11のいずれかに記載の映像投影装置において、テスト画像は、複数の特徴点が縦横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、ことを特徴とするものである。

【0025】本発明の請求項13にかかる映像投影方法は、テスト画像を生成するテスト画像生成工程と、画像をスクリーンに投影する映像投影工程と、投影されたテスト画像の投射映像を撮影し、撮影画像として出力する撮影工程と、生成した上記テスト画像と、上記撮影画像とを比較して、投射映像の歪量を算出する歪量計算工程と、上記歪量から画像を歪みなく投影できるよう、画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成工程と、上記補正データを保持しておく補正デ

ータ記憶工程と、を備えたことを特徴とするものである。

【0026】本発明の請求項14にかかる映像投影方法は、請求項13記載の映像投影方法において、映像を受付ける映像入力工程と、受付けた上記映像に対し、上記補正データ記憶工程で記憶している補正データを用いて補正処理を行い、上記映像投影工程に出力する映像補正工程と、をさらに備えたことを特徴とするものである。本発明の請求項15にかかる映像投影方法は、請求項14記載の映像投影方法において、上記映像補正工程は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行う工程を有する、ことを特徴とするものである。

【0027】本発明の請求項16にかかる映像投影方法は、請求項13から15のいずれかに記載の映像投影方法において、上記撮影工程は、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影し、撮影画像として出力するものであり、上記撮影画像からスクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出工程を、さらに備え、上記歪量計算工程は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものである。

【0028】本発明の請求項17にかかる映像投影方法は、請求項13から16のいずれかに記載の映像投影方法において、補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を、投影指定領域とし、視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち少なくとも1つを、設置条件として入力する入力工程を、さらに備え、上記歪量補正工程は、上記入力工程の設置条件をも加味して、投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものである。本発明の請求項18にかかる映像投影方法は、請求項17に記載の映像投影方法において、上記入力工程は、スクリーンを表す図形と、テスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面において、ユーザが投影指定領域を指定するものである、ことを特徴とするものである。

【0029】本発明の請求項19にかかる映像投影方法は、請求項14から18のいずれかに記載の映像投影方法において、上記映像投影工程は、映像補正工程で補正処理をした画像をスクリーンに投影するとともに、テスト画像生成工程で生成したテスト画像を可視光域以外のある波長域でスクリーンに投影するものであり、上記撮影工程は、投影されたテスト画像の投射映像を上記波長域で撮影するものである、ことを特徴とするものである。

【0030】本発明の請求項20にかかる映像投影方法は、請求項13から19のいずれかに記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、あらかじめ位置情報が

既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、ことを特徴とするものである。

【0031】本発明の請求項21にかかる映像投影方法は、請求項20に記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、各特徴点が1つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、ことを特徴とするものである。

【0032】本発明の請求項22にかかる映像投影方法は、請求項20または21に記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、各特徴点異なる色のものである、ことを特徴とするものである。

【0033】本発明の請求項23にかかる映像投影方法は、請求項20から22のいずれかに記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、各特徴点異なる周期で点滅するものである、ことを特徴とするものである。

【0034】本発明の請求項24にかかる映像投影方法は、請求項20から23のいずれかに記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、複数の特徴点が縦、横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、ことを特徴とするものである。

【0035】本発明の請求項25にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、テスト画像を生成する手順と、スクリーンに投影したテスト画像の投射映像を撮影した撮影画像と、生成した上記テスト画像とを比較し、投射映像の歪量を算出する歪量計算手順と、上記歪量から画像を歪みなく投影するために画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成手順と、上記補正データを保持する補正データ記憶手順とを、コンピュータに実行させる、ことを特徴とするものである。

【0036】本発明の請求項26にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項25記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、上記映像投影プログラムは、受付けた映像に対し、補正データ記憶手順で保持している補正データを補正処理させ、スクリーンに投影する映像補正手順を、さらに備えたものである、ことを特徴とするものである。

【0037】本発明の請求項27にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項26記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、上記映像補正手順は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行う処理手順を有するものである、ことを特徴とするものである。

【0038】本発明の請求項28にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項25から27のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影した撮影画像から、スクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出手順を付加し、上記歪量計算手順は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、

投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものである。

【0039】本発明の請求項29にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項25から28のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を、投影指定領域とし、視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち少なくとも1つを、設置条件として入力する入力手順を、さらに備え、上記歪量補正手順は、上記設置条件をも加味して投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものである。

【0040】本発明の請求項30にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項29記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、入力手順は、スクリーンを表す図形と、テスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面において、ユーザが投影指定領域を指定するものである、ことを特徴とするものである。

【0041】本発明の請求項31にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項25から30のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、ことを特徴とするものである。

【0042】本発明の請求項32にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項31記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、各特徴点が1つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、ことを特徴とするものである。

【0043】本発明の請求項33にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項31または請求項32記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、各特徴点異なる色のものである、ことを特徴とするものである。

【0044】本発明の請求項34にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項31から33のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、各特徴点異なる周期で点滅するものである、ことを特徴とするものである。

【0045】本発明の請求項35にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体は、請求項31から34のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、複数の特徴点が縦、横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、ことを特徴とするものである。

【0046】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）以下は、本発明の実施の形態1による映像投影装置について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施の形態1に

よる映像投影装置の装置構成を示す図である。図1において、1は映像を写すスクリーン、2はスクリーン1に投影するプロジェクタ（映像投影手段）、3はプロジェクタ2によってスクリーン1に投影された投射映像、4はスクリーン1や投射映像3を撮影するカメラ（撮影手段）、5は映像信号を出力する映像ソース（映像入力手段）、6はカメラ4からのデータより補正データを生成すると共に、生成した補正データに基づき映像ソース5からの映像信号に対して補正処理を施す映像補正装置、7は観察者の視点位置である。

【0047】ここで、上記プロジェクタ2は、具体例には液晶式プロジェクタ、CRT式プロジェクタ、DLP（Digital Light Processing）式プロジェクタ、オーバヘッドプロジェクタなどがあり、上記映像補正装置6は、具体例にはパーソナルコンピュータ、またはCPUやDSP（Digital Signal Processor）を組み込んだワンボードマイコンなどの形態と、それに組み込まれたプログラムがある。また上記カメラ4の具体例には、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどがあり、上記映像ソース5の具体例には、ビデオレコーダ、映像ディスクプレーヤ、放送チューナ、ビデオカメラ、パーソナルコンピュータなどがある。なお、上記映像ソース5および上記カメラ4は、上記映像補正装置6に内包された構成としてもよい。また本実施の形態1では、上記スクリーン1の表面は必ずしも平面である必要はなく、自由曲面であるものとする。また、上記視点位置7と、上記カメラ4の位置と、方向とは一致するものとする。また上記スクリーン1は、上記投射映像3を全て表示するに足りる十分な大きさであるものとする。

【0048】また図8は、本実施の形態1による映像投影装置のハードウェア構成を示す図であり、本実施の形態1による映像投影装置では、上記映像補正装置6を、本実施の形態1の映像投影装置による映像投影処理プログラムを格納した記録媒体を有するコンピュータシステムとすることにより、映像投影処理が行われる。図において、301はユーザから数値情報や文字情報などを受け付けるキーボード、302はユーザから情報を選択したり、画面上の位置情報を受け付けるマウス、303はプログラムやデータなどを記憶した記憶媒体、304は記憶媒体303からプログラムやデータを読み込んで一時的に保持したり、キーボード301やマウス302から読み込んだデータを一時的に保持する主記憶装置、305は主記憶装置304に保持されているプログラムを構成する個々の命令によって、データに対して四則演算や論理演算などの処理を施したり、コンピュータ全体の動作を制御する中央処理装置、306は映像信号を一時的に保持しておき、必要に応じて画素単位にデータをアクセスできる映像入力メモリ、307は外部に対して出力する映像信号を一時的に保持しておき、必要に応じて画素単位にデータをアクセスできる映像出力メモリ、3

08はキーボード301、マウス302、記憶媒体303、主記憶装置304、中央処理装置305、映像入力メモリ306、映像出力メモリ307を接続するバスであり、中央処理装置305からの制御により、このバスを通して、各装置間のデータやプログラムを送受信することができる。なお、映像入力メモリ306、および映像出力メモリ307は、その機能を主記憶装置304で兼用し、映像入力メモリ306、および映像出力メモリ307を、映像補正装置6には有しない構成としてもよい。

【0049】次に、本実施の形態1による映像投影装置の動作概要について説明する。図1に示すように、スクリーン1の正面方向に対して斜めの方向に、プロジェクタ2を配置する。まず、映像補正装置6において、補正データ作成プログラムが記録媒体303より主記憶装置304に読み込まれ、中央処理装置305で実行される。ユーザがキーボード301やマウス302から入力した条件によってテスト画像が生成され、映像出力メモリ307から映像信号としてプロジェクタ2へ出力される。ここで、テスト画像はあらかじめ記憶媒体303に用意されている複数のテスト画像から、プログラムによって最適なものを選択して出力してもよい。

【0050】プロジェクタ2は入力した映像信号を投影光に変換して出力し、テスト画像の投射映像3がスクリーン1上に形成される。このとき、投射映像3は、スクリーン1とプロジェクタ2が正対設置されていないことと、視点位置7がスクリーン1の正面にないことと、スクリーン1の表面形状とにより、歪んだ図形となっている。視点位置7と同じ位置において、カメラ4でテスト画像の投射映像3を撮影し、映像補正装置6の映像入力メモリ306に入力する。この時点で、テスト画像の投影を停止する。生成したテスト画像と、映像入力メモリ306に入力された撮影画像とを比較して歪みを算出し、投影時に歪がないように事前に逆の歪みを与えるための補正データを算出し、主記憶装置304、または記憶媒体303に記憶しておく。

【0051】次に、映像補正プログラムが、記録媒体303より主記憶装置304に読み込まれ、中央処理装置305で実行される。映像ソース5より出力された映像信号は、画像フレームごとに映像入力メモリ306に逐次的に取り込まれ、補正データに従って、映像入力メモリ306から映像出力メモリ307に逐次的に変換して格納される。映像出力メモリ307の内容は、映像信号として逐次出力され、プロジェクタ2によってスクリーン1に投影され、視点位置7から見て歪みのない正しい映像が形成される。

【0052】次に、本実施の形態1による映像投影装置のブロック構成を説明する。図9は、本実施の形態1による映像投影装置の構成を説明するためのブロック図である。図において、701はテスト画像を生成するテス

ト画像生成手段、702は映像信号を入力し、スクリーンに投影する映像投影手段、703はスクリーンに投影したテスト画像を撮影し、撮影画像として出力する撮影手段、704は撮影手段703の撮影画像を入力しテスト画像に関する情報を取り出すテスト画像抽出手段、705はテスト画像抽出手段704のテスト画像に関する情報と、テスト画像生成手段701のテスト画像とを比較して、歪量を算出する歪量計算手段、706は歪量計算手段705の歪量を入力し、スクリーンに歪みのない所望の映像が得られるように映像信号を補正するための補正データ（補正テーブル）を算出する補正データ（補正テーブル）生成手段、707は補正データ（補正テーブル）を保持する補正データ（補正テーブル）記憶手段、708は投影したい映像信号を受け付ける映像入力手段、709は映像入力手段708で受けた映像信号を補正データ記憶手段707に保持している補正データ（補正テーブル）を用いて補正処理し、映像投影手段702に出力する映像補正手段である。本実施の形態1では、撮影手段703の具体的装置例としてカメラ4を用い、映像投影手段702の具体的装置例としてプロジェクタ2を用いるものとする。

【0053】また図10は、上記映像補正手段709の構成を示すブロック図である。図10において、401は映像信号を画像フレーム単位に順次取り込み記憶し、指定されたアドレスの画素値を出力する入力フレームメモリ、402は指定されたアドレスに画素値を書込むことにより補正した画像をフレーム単位に生成し、映像信号として順次出力する出力フレームメモリ、403は出力フレームメモリ402のアドレスを発生するアドレス発生手段、404は補正データ（補正テーブル）記憶手段707にある補正データ（補正テーブル）を参照して、アドレス発生手段403が出力したアドレスに対応する入力フレームメモリ401の複数のアドレスを出力するアドレス変換手段、405は補正データ（補正テーブル）記憶手段707にある補正データを参照して、画素毎の重みを出力する重み決定手段、406は入力フレームメモリ401から取り出した複数の画素値と、重み決定手段405の重みとから、目的の画素値を補間計算する画素補間手段、407は補正データ（補正テーブル）記憶手段707にある補正データ（補正テーブル）を参照して、アドレス発生手段403が出力したアドレスに対応する画素にマスク処理を行なうか否かを判定するマスク処理判定手段、408はマスク処理判定手段407の判定結果に従って画素にマスク処理を行ない出力するマスク処理手段である。

【0054】次に、本実施の形態1におけるテスト画像の構成について説明する。図11は、本実施の形態1におけるテスト画像の構成図である。図11に示すように、テスト画像は、背景および複数の特徴点で構成される。ここで、複数の特徴点は、横方向へ等間隔にU個、

縦方向へ等間隔にV個、並んでいる。この縦方向と横方向の間隔は、同じであっても良いし、異なっても良い。各特徴点は、1つまたは複数の画素で構成される。各特徴点を構成する画素は、背景を構成する画素と、異なる画素値をとる。図11において、特徴点を囲む矩形は、テスト画像の輪郭を説明するための図形であり、実在するものではない。また、図11に示すテスト画像は、特徴点が格子状に並んでいるが、必ずしもこの形態である必要はない。ここで、各特徴点が投影後にどこに移動したか（この移動量が歪量となる）が重要であるので、テスト画像の要件は、生成した特徴点の位置が既知であることと、投影後の特徴点と対応づけるための情報である識別子を備えていること、とである。

【0055】図11に示すテスト画像は、複数の特徴点を等間隔に配置し、かつ格子状に並べることにより、該複数の特徴点間の相対的な位置関係を識別子としている、例である。スクリーン1の自由曲面の状況に応じて、テスト画像のある領域に特徴点を密度高く配置したり、識別子として、特徴点毎に色を変えたり、特徴点毎に点滅周期を変えたり、することも考えられる。

【0056】次に、本実施の形態1におけるテーブルの構成について説明する。図12は、本実施の形態1におけるテーブル（補正テーブル）の構成図である。図12において、テーブルは2つのインデックスを持つ2次元テーブルで、インデックスを決めれば、テーブル要素を一意に指定することができる。また、各テーブル要素はテーブルにより異なり、詳細は後述する。

【0057】次に、本実施の形態1による映像投影装置で使用する座標系を、図を用いて説明する。図13は、本実施の形態1における、画像フレームにおける座標系の説明図である。図13に示すように、画像フレームの左上の画素を、座標値(0,0)の原点Oとし、X軸、Y軸をそれぞれ設ける。本実施の形態1における映像投影装置では、撮影手段703が出力する撮影画像として、画像フレームCを使用する。画像フレームCは、 $CX \times CY$ 個の画素で構成する。また、映像補正手段709の入力フレームメモリ401は画像フレームSを、出力フレームメモリ402は画像フレームBをそれぞれ使用する。画像フレームSは、 $SX \times SY$ 個の画素で、画像フレームBは、 $BX \times BY$ 個の画素でそれぞれ構成する。本実施の形態1における映像投影装置では、 $BX \times BY$ 個のテーブル要素で構成されるテーブルを、補正テーブルThとして使用する。

【0058】図14は、補正テーブルThのテーブル要素の構成を示す図である。図14に示すように、補正テーブルThのテーブル要素は、1組の座標値x、yと、重み w_0, w_1, w_2, w_3 で構成する。本実施の形態1における映像投影装置では、 $CX \times CY$ 個のテーブル要素で構成されるテーブルT0と、 $BX \times BY$ 個のテーブル要素で構成するテーブルT1およびT2を使用する。図15は、テーブルT0、T1、T2の

テーブル要素の構成を示す図である。図 15 に示すように、これらのテーブル要素は、1組の座標値 x, y で構成する。ここで、実施の形態 1 で使用する変数、およびテーブルは、主記憶装置 304 に格納される。

【0059】以下、本願明細書における、主要な記号の命名則について説明する。ある画像フレーム A を構成する任意の画素 P を、 $P(A)$ と表記し、特に、座標 (x, y) に位置する画素 P を、 $P(A)[x, y]$ と表記する。また、ある画像フレーム A 上においてテスト画像を構成する任意の特徴点 Q を $Q(A)$ と表記し、特に、 (i, j) 番めの特徴点 Q を、 $Q(A)[i, j]$ と表記する。テーブル T を構成する (i, j) 番めのテーブル要素を、 $T[i, j]$ と表記する。また、画像フレーム C、画像フレーム S、画像フレーム B は、単に C, S, B と表記することがある。同様に、テーブル T0、テーブル T1、テーブル T2、テーブル Th は、単に T0, T1, T2, Th と表記することがある。

【0060】本実施の形態 1 における動作原理を、簡単に説明する。図 16 は、本実施の形態 1 の動作原理を説明する図である。図 16 において、501 は画像フレーム S 上に生成したテスト画像、502 はテスト画像 501 を画像フレーム B 上に無処理のまま複写したテスト画像、503 は投影したテスト画像をカメラ撮影して得られた画像フレーム C1 上のテスト画像、504 はテスト画像を補正処理後に投影し、カメラ撮影して画像フレーム C0 上に得られるべき理想のテスト画像、505 は画像フレーム S 上の補正処理前の入力画像、506 は入力画像 505 を補正処理した補正後画像、507 は投影した画像 506 をカメラ撮影して得られた画像フレーム C2 上の投射映像、である。

【0061】まず、補正テーブル生成の動作原理について説明する。図 16 では、入力画像 505 はテスト画像 501 と同じとして説明する。テスト画像 501 は、無変換でテスト画像 502 に複写するので、特徴点 $Q(S)$ はそのまま特徴点 $Q(B)$ に写像される。テスト画像 502 の特徴点 $Q(B)$ は、ある変換 $Tbc1$ によりテスト画像 503 の特徴点 $Q(C1)$ に写像されたと考え、これを数 1 で表現する。

【数 1】

$$Q(C1) = Tbc1 \ Q(B)$$

同様に、テスト画像 502 の特徴点 $Q(B)$ は、変換 $Tbc0$ によりテスト画像 504 の特徴点 $Q(C0)$ に写像されたと考え、これを数 2 で表現する。

【数 2】

$$Q(C0) = Tbc0 \ Q(B) = Tbc0 \ Q(S)$$

入力画像 505 の特徴点 $Q(S)$ は、変換 Tsb により補正後画像 506 の特徴点 $Q(B)$ に写像され、さらに補正後画像 506 の特徴点 $Q(B)$ は、変換 $Tbc2$ により画像 507 の特徴点 $Q(C2)$ に写像されたと考え、これを数 3 で表現する。

【数 3】

$$Q(C2) = Tbc2 \ Q(B) = Tbc2 \cdot Tsb \ Q(S)$$

投影機器の設置状態は変更していないので、変換 $Tbc1$ と変換 $Tbc2$ は一致し、テスト画像 504 と、投射映像 507 の、各特徴点が一致するように、変換 Tsb を決めることができ、数 4 で表すことができる。

【数 4】

$$Tsb = Tbc1' \cdot Tbc0$$

($Tbc1'$ は $Tbc1$ の逆変換を表す)

数 1 ~ 数 4 はテスト画像の特徴点 Q についての変換であるが、各画像フレーム上の任意の画素 P について、周りを囲む特徴点で補間することにより、画素に拡張した変換を計算することができ、数 4 と同じ形で表現できる。こうしてできた変換 Tbs が、求める補正テーブルとなる。

【0062】次に、映像補正実行時の動作原理について説明する。入力画像 505 は、各画素について数 5 に示す変換により補正後画像 506 を生成し、投影する ($Tbs2$ で変換する) ことにより、歪みのない投影画像 507 を得ることができる。

【数 5】

$$P(B) = Tsb \ P(S)$$

以上が、動作原理である。

【0063】続いて、本実施の形態 1 における映像投影装置の詳細な動作について、フローチャートを用いて説明する。図 17 から図 27 は、本実施の形態 1 による映像投影装置の詳細動作のフローチャートである。図 17 は、本実施の形態 1 の全体フローチャートであり、図 18 は、図 17 のステップ S1 の詳細なステップ S1-1 ~ 6 を示すフローチャートである。まず、テスト画像の投影と抽出の手順から説明する (図 17、18 のステップ S1, S1-1 ~ 6)。テスト画像生成手段 701 は、図 11 に示すような $U \times V$ 個の特徴点を有するテスト画像を生成する (図 18 のステップ S1-1)。撮影手段 703 は、テスト画像を投影していない状態でスクリーン 1 を撮影し、撮影画像 Z0 とする (図 18 のステップ S1-2)。映像投影手段 702 は、テスト画像をスクリーン 1 に投影する。スクリーンの表面は自由曲面であるため、テスト画像の投射映像 3 は歪んだものとなる。この状態で、撮影手段 703 は先ほどと同じ撮影条件で、テスト画像の全体を含むように撮影し、撮影画像 Z1 とする (図 18 のステップ S1-3)。

【0064】図 28 は、歪んだテスト画像の投射映像 3 を撮影した画像 Z1 の一例である。ただし、歪み方はスクリーン 1 と撮影手段 703 との位置関係、およびスクリーン 1 の表面の状態などによって変化する。また図 28 は、特徴点が $U \times V = 5 \times 5$ の場合である。テスト画像抽出手段 704 は、撮影画像 Z0 と Z1 との差分から、特徴点の領域を抽出した特徴点画像 Z10 を生成する (図 18 のステップ S1-4)。

【0065】図 29 は、特徴点画像 Z10 の一例を示す図

である。ただし、図 29 は特徴点が $U \times V = 5 \times 5$ の場合である。テスト画像抽出手段 704 は、特徴点画像 Z10 において、画素値がある閾値 SV より大きい画素の集まりを特徴点候補として抽出し、その位置（画素の集まりの重心位置）を算出する。ここで、特徴点候補の数が $U \times V$ 個より少ない場合は、閾値 SV を下げて再抽出する。また、特徴点候補の数が $U \times V$ 個より多い場合は、画素の集まりが大きい順に、 $U \times V$ 個を選出し、 $U \times V$ 個の特徴点候補を決定する（図 18 のステップ S1-5）。続いて、生成したテスト画像の特徴点と特徴点候補とを、1 対 1 に対応づけするラベリング処理を行なう（図 18 のステップ S1-6）。

【0066】ここではその一例として、各特徴点の座標値と、その相対位置関係から行なうラベリング手順を、図 19 に示す。まず、図 29 に示す特徴点画像 Z10 において、特徴点 $Q(C)[0, 0]$ を決定する（図 19 のステップ S1-61）。同様に、特徴点 $Q(C)[1, 0] \sim Q(C)[U-1, 0]$ を、順に決定する（図 19 のステップ S1-62）。さらに、特徴点 $Q(C)[0, 1] \sim Q(C)[U-1, V-1]$ を、順に決定する（図 19 のステップ S1-63, 64）。

【0067】次に、投影指定領域の決定手順について説明する（図 17, 図 20 のステップ S2, S2-1~5）。図 30 は、投影指定領域の決定処理を説明する図である。図 30 において、歪量計算手段 705 は、4 つの特徴点 $Q(C)[0, 0]$, $Q(C)[0, V-1]$, $Q(C)[U-1, V-1]$, $Q(C)[U-1, 0]$ で囲まれる領域を決定し、テスト画像領域 RT とする。テスト画像の左辺を構成する特徴点で最も大きい X 座標値（つまり、最も右に位置する特徴点の X 座標値）を、変数 $x0$ に格納する（図 20 のステップ S2-1）。ここで、左辺を構成する特徴点とは、図 30 から明らかなように、 $Q(C)[0, 0] \sim Q(C)[0, V-1]$ である。同様にして、変数 $x1, y0, y1$ を求める（図 20 のステップ S2-2~4）。テスト画像領域 RT に内接する矩形領域を求め、投影指定領域 RD とする（図 20 のステップ S2-5）。

【0068】続いて、補正テーブル Th の生成手順について、図 21 を用いて説明する。補正テーブルの生成では、補正データ生成手段 706 は、幾つかの中間テーブルの作成を経て、目的の補正テーブル Th を生成する（図 21 のステップ S3-1~4）。

【0069】図 31 は、画像フレーム C0 の説明図である。図 31 に示すように、投影指定領域 RD にテスト画像を配置した状態の画像フレーム C0 を考える（図 22 のステップ S3-11）。画像フレーム C0 は、テスト画像を作成しようとする補正データで補正処理をした後に投影し、カメラで撮影した場合に得られるべき画像フレームである。図 22 のステップ S3-12~15 を、画像フレーム C0 上の全ての画素 $P(C0)[k, 1]$ ($k=0 \sim CX-1$, $1=0 \sim CY-1$) について繰り返すことにより、テーブル T0 を作成する。

【0070】図 32、図 33 は、テーブル T0 の生成処理

を説明する図である。図 32 において、着目している $P(C0)[k, 1]$ が投影指定領域 RD の内部にある場合は、 $P(C0)$ を囲む 4 つの特徴点 $Q(C0)[i, j]$, $Q(C0)[i+1, j]$, $Q(C0)[i+1, j+1]$, $Q(C0)[i, j+1]$ を決定し、内分比率を、数 6 から求める。

【数 6】

$$rx = L1/(L1+L2)$$

$$ry = L3/(L3+L4)$$

図 33 に示すように、これら 4 つの特徴点がそれぞれ対応する B 上の特徴点 $Q(B)[i, j]$, $Q(B)[i+1, j]$, $Q(B)[i+1, j+1]$, $Q(B)[i, j+1]$ から $P(B)$ の座標値を数 7 で計算し、 $T0[k, 1]$ に格納する。

【数 7】

$$x = x4 + dx * rx$$

$$y = y4 + dy * ry$$

ただし、図 33 における $Q(B)[i, j]$ の座標を $(x4, y4)$ とする

ここで、 $P(C0)$ が投影指定領域 RD の外部にある場合は、 $T0[k, 1]$ に“外部フラグ”を立てる（図 22 のステップ S3-11~16）。ここで、“外部フラグ”を立てるとは、一つの具体例としては、テーブル要素の座標値に通常使用しない座標値（例えば負の数）を代入することで、実現することができる。以上の手順で、テーブル T0 を生成することができる。

【0071】図 23 のステップ S3-21~24 を、画像フレーム B 上の全ての画素 $P(B)[k, 1]$ ($k=0 \sim BX-1$, $1=0 \sim BY-1$) について繰り返すことにより、テーブル T1 を作成する。図 34、図 35 は、テーブル T1 の生成処理を説明する図である。図 34 において、着目している画素 $P(B)[k, 1]$ を囲む特徴点 $Q(B)[i, j]$, $Q(B)[i+1, j]$, $Q(B)[i+1, j+1]$, $Q(B)[i, j+1]$ を求め、内分比率を数 8 から求める。

【数 8】

$$rx = L1/(L1+L2)$$

$$ry = L3/(L3+L4)$$

図 35 に示すように、これら 4 つの特徴点がそれぞれ対応する画像フレーム C1 上の特徴点 $Q(C1)[i, j]$, $Q(C1)[i+1, j]$, $Q(C1)[i+1, j+1]$, $Q(C1)[i, j+1]$ の座標値と、内分比率とから、各辺上の点 A, B, C, D を求める。次に、線分 AC と線分 BD の交点である $P(C1)$ の座標値を求め、テーブル $T1[k, 1]$ に格納する（図 23 のステップ S3-21~24）。以上の手順で、テーブル T1 を生成することができる。

【0072】図 24 のステップ S3-31~34 を、画像フレーム B 上の全ての画素 $P(B)[k, 1]$ ($k=0 \sim BX-1$, $1=0 \sim BY-1$) について繰り返すことにより、テーブル T2 を作成する。図 36 はテーブル T2 の生成処理を説明する図である。図 36 において、着目している $P(B)[k, 1]$ が対応する画像フレーム C 上の座標 $E(cx, cy)$ を、数 9 に示すようにテーブル T1 から求める。

【数 9】

$$(cx, cy) = T1[k, l]$$

ここで、座標値 cx, cy は整数になるとは限らず一般に実数となるため、このままでは対応する $PN(C)$ は定まらない。そこで、この座標 $E(cx, cy)$ を囲む 4 つの実在する画素 $P(C)[i, j], P(C)[i+1, j], P(C)[i+1, j+1], P(C)[i, j+1]$ を、数 10 で求め、点 E に最も近い画素を $PN(C)$ とする。図 36 では、左下の $P(C)[i, j+1]$ が $PN(C)$ に対応している。 $PN(C)$ が対応する画像フレーム S 上の点 $PN(S)$ の座標値を、数 11 から求め、テーブル $T2[k, l]$ に格納する。

【数 10】

$$i = \lfloor cx \rfloor$$

$$j = \lfloor cy \rfloor$$

ただし、 $\lfloor x \rfloor$ は x を超えない最大の整数をあらわす

【数 11】

$$(sx, sy) = T0[k1, l1]$$

ただし、 $k1, l1$ は点 $PN(C)$ が示す画素 $P(C)[a, b]$ の添え字 a, b と一致する

このとき、数 11 で $T0[k1, l1]$ に“外部フラグ”が立っている場合は、そのフラグをそのまま $T2[k, l]$ に立てる(ステップ $S3-31 \sim 34$)。以上の手順で、テーブル $T2$ を生成することができる。

【0073】図 25 のステップ $S3-41 \sim 44$ を、画像フレーム B 上の全ての画素 $P(B)[k, l]$ ($k=0 \sim BX-1, l=0 \sim BY-1$) について繰り返すことにより、テーブル Th を作成する。図 37 は、テーブル Th の生成処理を説明する図である。図 37 において、着目している $P(B)[k, l]$ が対応する画像フレーム S 上の座標 $F(cx, cy)$ を数 12 から求める。

【数 12】

$$(cx, cy) = T2[k][l]$$

点 F を囲む 4 つの画素 $P(S)[i, j], P(S)[i+1, j], P(S)[i+1, j+1], P(S)[i, j+1]$ を、数 13 から求める。

【数 13】

$$i = \lfloor cx \rfloor$$

$$j = \lfloor cy \rfloor$$

ただし、 $\lfloor x \rfloor$ は x を超えない最大の整数をあらわす

点 F と上記各 4 画素との距離の逆数 $e0, e1, e2, e3$ を求め、それぞれに比例する重みを、数 14 で正規化し、さらに 1024 倍して小数部の切捨て処理等で整数化したものを、重み $w0, w1, w2, w3$ とする。各重みと、4 画素のうち、左上の画素 $P(S)[i, j]$ の座標値 $(x, y) = (i, j)$ を、

$$px1 = (p0*w0 + p1*w1 + p2*w2 + p3*w3) / 1024$$

マスク処理判定手段 407 は、補正データ記憶手段 707 から重み $w0, w1, w2, w3$ を読み込み、その全てが 0 ならばマスク処理を実行する。そして、アドレス発生手段 403 から出力されたアドレスが示す出力フレームメモリ 709 上の画素に画素値が格納される(図 26, 27 のステップ $S4-2 \sim 5, S4-31 \sim 34$)。ここで、マスク処理と

1 つのテーブル要素として、 $Th[k, l]$ に格納する(図 25 のステップ $S3-41 \sim 44$)。

【数 14】

$$w0 = (e0/et)$$

$$w1 = (e1/et)$$

$$w2 = (e2/et)$$

$$w3 = (e3/et)$$

$$\text{ただし、} et = e0 + e1 + e2 + e3$$

ここで、重みを 1024 倍して整数化しているのは、小数点形式より整数形式の方が一般に記憶領域が小さくでき、結果として補正テーブルのサイズを小さくすることができるからである。その時に 1024 倍しているのは、単なる整数倍よりも 2 の指数乗倍の方が一般のコンピュータでは高速に演算できるためであり、この 1024 倍している点は、特にこれに限定されることなく、重みの有効桁数を考慮して最適な 2 の指数乗倍を使用するようにすれば良い。以上の手順で、補正テーブル Th を生成することができる。この補正テーブル Th は、補正データ記憶手段 707 に記憶しておく。ここで、図 28 から図 37 において、外周の矩形は、画像または画像フレームの領域を説明するための図形であり、実在するものではない。同様に、破線は各種領域を説明するための図形であり、実在するものではない。

【0074】次に、映像の補正処理の手順について説明する(図 17, 図 26, 図 27 のステップ $S4, S4-1 \sim 5, S4-31 \sim 34$)。映像入力手段 708 は、投影したい映像信号を受け付ける。映像補正手段 709 は、入力フレームメモリ 401 に映像信号を 1 フレーム取り込み、画像フレーム S とする(図 26 のステップ $S4-1$)。図 26 のステップ $S4-2 \sim 4$ を、画像フレーム B 上の全ての画素 $P(B)[k, l]$ ($k=0 \sim BX-1, l=0 \sim BY-1$) について繰り返すことにより、補正した画像を生成する。つまり、画素 $P(B)$ の画像フレーム B 上のアドレスを、アドレス発生手段 403 が順次出力し、以下の処理を繰り返す。アドレス変換手段 404 は、補正データ記憶手段 707 から座標値 x, y を読み込み、処理対象の 4 つの画素を求め、画像フレーム S 上の、4 つの画素のアドレスに変換する。重み決定手段 405 は、補正データ記憶手段 707 から重み $w0, w1, w2, w3$ を読み込み、画素補間手段 406 は、アドレス変換手段 404 により変換されたアドレスが示す入力フレーム 401 の画素値に数 15 の演算を行ない、画素値を出力する。

【数 15】

は、目的の画素に 0 (最低輝度つまり消灯) の画素値を格納することである。

【0075】最後に、画像補正手段 709 は、出力フレームメモリ 402 の内容を映像信号として、順次出力する。映像信号は、映像投影手段 702 でスクリーン 1 に投影され、視点位置 7 から見て歪のない正しい投射映像

が得られる(図26のステップS4-5)。なお、本発明の実施の形態1では、テスト画像の投影と、抽出の手順(図18のステップS1-1~S1-6)の代わりに、次に示す第2のテスト画像の投影と、抽出の手順(図38のステップS1-101~S1-105)を行うものとしても良い。この第2のテスト画像の投影と、抽出の詳細手順では、特徴点を1個のみ順次点灯することにより、特徴点を順次特定して行く。

【0076】図38は、第2のテスト画像の投影と、抽出のフローチャートである(ステップS1-101~105)。撮影手段703は、テスト画像を投影していない状態でスクリーン1を撮影し、撮影画像Z0とする(図38のステップS1-101)。図38のステップS-102~105を全ての特徴点Q(C)[x, y] ($x=0\sim U-1$, $y=0\sim V-1$)について繰り返すことにより、特徴点を特定する。テスト画像生成手段701は、着目している特徴点Q(C)[x, y]のみを点灯したテスト画像を生成し、映像投影手段702でスクリーン1に投影する(ステップS1-102)。この状態で、撮影手段703は先ほどと同じ撮影条件でテスト画像の投射映像全体を含むように撮影し、撮影画像Z1とする(図38のステップS1-103)。

【0077】テスト画像抽出手段704は、撮影画像Z0とZ1との差分から、特徴点の領域を抽出した特徴点画像Z10を生成する(ステップS1-104)。テスト画像抽出手段704は、特徴点画像Z10において画素値がある閾値SVより大きい画素の集まりを特徴点候補として抽出し、その位置(画素の集まりの重心位置)を算出する。ここで、特徴点候補が皆無の場合は、閾値SVを下げて再抽出する。また特徴点候補の数が複数個ある場合は、最も画素の集まりが大きいものを特徴点候補として、決定する。この特徴点候補をそのまま着目している特徴点Q(C)[x, y]とする(図38のステップS1-105)。また、テスト画像として、特徴点を1個ずつ増やしながら追加点灯し、図38のステップS1-104において、テスト画像抽出手段704は、撮影画像Z1と直前の撮影画像Z1(ループの初回のみ撮影画像Z0)との差分から、特徴点の領域を抽出した特徴点画像Z10を生成することにより、特徴点を順次特定して行く手順もある。以上が、第2のテスト画像の投影と、抽出の手順である。

【0078】なお、本発明の実施の形態1では、テスト画像の投影と、抽出の手順(図18のステップS1-1~S1-6)の代わりに、次に示す第3のテスト画像の投影と、抽出の手順(図39のステップS1-201~S1-206)を行うようにしても良い。第3のテスト画像の投影と、抽出の手順では、特徴点毎に異なる色を持つテスト画像を用いて特徴点を特定する。

【0079】図39は、第3のテスト画像の投影と、抽出のフローチャートである(ステップS1-201~206)。テスト画像生成手段701は、特徴点毎に異なる色を設定したテスト画像を生成する(図39のステップS1-201)。撮影手段703は、テスト画像を投影していない状態で

スクリーン1を撮影し、撮影画像Z0とする(図39のステップS1-202)。次に、映像投影手段702は、テスト画像をスクリーン1に投影する。この状態で、撮影手段703は、先ほどと同じ撮影条件で、テスト画像の全体を含むように撮影し、撮影画像Z1とする(図39のステップS1-203)。テスト画像抽出手段704は、撮影画像Z0とZ1との差分から、特徴点の領域を抽出した特徴点画像Z10を生成する(図39のステップS1-204)。テスト画像抽出手段704は、特徴点画像Z10において画素値がある閾値SVより大きい画素の集まりを特徴点候補として抽出し、その位置(画素の集まりの重心位置)を算出する。ここで、特徴点候補の数が、 $U\times V$ 個より少ない場合は、閾値SVを下げて再抽出する。また、特徴点候補の数が、 $U\times V$ 個より多い場合は、画素の集まりが大きい順に、 $U\times V$ 個を選出し、 $U\times V$ 個の特徴点候補を決定する(図39のステップS1-205)。図39のステップS-206を、全ての特徴点Q(C)[x, y] ($x=0\sim U-1$, $y=0\sim V-1$)について繰り返すことにより、特徴点を特定する。テスト画像生成手段701が、[x, y]番めの特徴点に設定していた色に最も近い色を持つ特徴点候補を、特徴点Q(C)[x, y]とし、特徴点候補から除く(図39のステップS1-206)。以上が、第3のテスト画像の投影と、抽出の手順である。なお、本発明の実施の形態1では、テスト画像の投影と、抽出の手順(図18のステップS1-1~S1-6)の代わりに、次に示す第4のテスト画像の投影と、抽出の手順(図40のステップS1-301~S1-306)を行うようにしても良い。

【0080】第4のテスト画像の投影と、抽出の手順では、特徴点毎に異なる周期で点滅するテスト画像を使って、特徴点を特定する。図40は、第4のテスト画像の投影と、抽出のフローチャートである(ステップS1-301~306)。テスト画像生成手段701は、特徴点毎に異なる周期で点滅するテスト画像を生成する(図40のステップS1-301)。

【0081】映像投影手段702は、特徴点毎に異なる周期で点滅するテスト画像をスクリーン1に連続投影する。この状態で、撮影手段703は、先ほどと同じ撮影条件でテスト画像の全体を含むように最も遅い点滅周期の2倍以上の時間ほど連続撮影し、一連の撮影画像Z1とする(図40のステップS1-302)。テスト画像抽出手段704は、一連の撮影画像Z1から点滅する領域とその周期を関連付けて特徴点候補として抽出する(図40のステップS1-303)。図40のステップS-304を、全ての特徴点Q(C)[x, y] ($x=0\sim U-1$, $y=0\sim V-1$)について繰り返すことにより、特徴点を特定する。テスト画像生成手段701が、[x, y]番めの特徴点に設定していた点滅周期に最も近い特徴点候補を、特徴点Q(C)[x, y]とし、特徴点候補から除く(ステップS1-304)。以上が、第4のテスト画像の投影と、抽出の手順である。なお、テスト画像の投影と抽出の手順では、特徴点の識別子として、点滅周期や

色情報の両方を使うなど、識別子を組み合わせることも考えられる。

【0082】以上のように、本実施の形態1では、自由曲面の表面のスクリーン1に対して斜めに配置したプロジェクタ2で投影した映像を、ある視点位置7で観察する状況で、補正無しのテスト画像を投影し、視点位置7にてカメラ4でテスト画像を撮影し、あらかじめ逆の歪みを与えるための補正データを生成し、この補正データで投影したい映像を補正処理し、プロジェクタ2で投影することにより、視点位置7から見て歪みなく正しい映像を得ることが可能となる。このことにより、従来手間のかかっていたスクリーンの設置調整や、プロジェクタの配置調整といった作業の省力化を行うことが可能となる。なお、重みテーブルの各重みを、2の指数乗倍し整数化してテーブルに保存することにより、補正テーブルのサイズを小さくでき、補正テーブル記憶手段707を効率よく使うことができるだけでなく、補正テーブル生成の処理、および画像の補正処理の演算を、高速に行うことが可能となるのは、上記で説明した通りである。なお、カメラ4の位置と視点位置7とは、厳密に一致しなくとも、そのずれが小さければ、上記手順を行うことにより、一定の歪み補正効果を得ることができる。

【0083】（実施の形態2）以下、本発明の実施の形態2による映像投影装置について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態2は、実施の形態1と共通部分が多いため、相違点を中心に説明する。図41は本発明の実施の形態2による映像投影装置の装置構成の図である。図41において、1は映像を写すスクリーン、2a、2bはスクリーン1に映像を投影するプロジェクタ、3a、3bはそれぞれプロジェクタ2a、2bによってスクリーン1に投影された投射映像、4はスクリーン1や投射映像3を撮影するカメラ、5は映像信号を出力する映像ソース、6はカメラ4からのデータから補正データを生成し、映像ソース5からの映像信号を補正処理して、プロジェクタ2a、2bに出力する映像補正装置、7は観察者の視点位置である。ここで、上記映像ソース5、および上記カメラ4は、上記映像補正装置6に内包された構成としてもよい。

【0084】本実施の形態2では、実施の形態1と同様に、上記スクリーン1の形状は必ずしも平面である必要はなく、自由曲面であるものとする。また、上記視点位置7と上記カメラ4の、位置と方向は一致するものとする。また本発明の実施の形態2による映像投影装置のハードウェア構成は、図8に示す実施の形態1によるものと同一であり、説明を省略する。次に、本発明の実施の形態2による映像投影装置の動作概要について、図41及び図8を用いて説明する。図41に示すように、スクリーン1の正面方向に対して斜めの方向にプロジェクタ2a、2bを配置する。映像補正装置6において、補正データ作成プログラムでテスト画像が生成され、プロジ

ェクタ2a、2bに出力される。まず、プロジェクタ2bが映像を投影していない状態で、プロジェクタ2aに入力されたテスト画像を投影すると、テスト画像の投射映像3aのみがスクリーン1上に形成される。このとき、投射映像3はスクリーン1とプロジェクタ2が正対設置されていないことと、視点位置7がスクリーン1の正面にないことと、スクリーン1の表面形状により、歪んだ図形となっている。視点位置7と同じ位置において、カメラ4でテスト画像の投射映像3aを撮影し、映像補正手段6の映像入力メモリ306に入力する。同様に、プロジェクタ2aが映像を投影していない状態で、プロジェクタ2bに入力されたテスト画像を投影すると、テスト画像の投射映像3bのみがスクリーン1上に形成される。テスト画像の投射映像3bもやはり歪んだ図形となっている。

【0085】先ほどと同じ位置において、カメラ4でテスト画像の投射映像3bを撮影し、映像補正手段6の映像入力メモリ306に入力する。この時点で、テスト画像の投影を停止する。生成したテスト画像と、映像入力メモリ306に保存された撮影画像とを比較して、歪みを算出し、投影時に歪みがないように、かつ、2つの投射映像3a、3bが連続して1つの映像となるように、事前に逆の歪みを与えるための補正データを算出し、記録媒体303、または主記憶装置304に記憶しておく。次に、映像補正プログラムにより、映像ソース5より出力された映像信号は、画像フレームごとに映像入力メモリ306に逐次的に取り込まれ、補正データに従って、映像入力メモリ306から映像出力メモリ307に逐次的に変換して格納される。映像出力メモリ307の内容は映像信号として逐次出力され、プロジェクタ2a、2bによってスクリーン1に投影され、視点位置7から見て、連続した歪みのない正しい映像が形成される。また、本実施の形態2における映像投影装置のブロック構成は、上記実施の形態1の映像投影装置の詳細な構成と同一であり、説明を省略する。

【0086】次に、本実施の形態2による映像投影装置の詳細な動作について、フローチャートを用いて説明する。図42と図43は、本実施の形態2による映像投影装置の詳細動作のフローチャートである。図42において、プロジェクタ2aにおいて、テスト画像の投影と、抽出を行う(図42のステップS21)。続いて、プロジェクタ2bにおいて、テスト画像の投影と抽出を行う(図42のステップS22)。ここで、ステップS21、S22の詳細手順は、上記実施の形態1のステップS1-1~6と同じであり、説明を省略する。次に、投影指定領域の決定手順について説明する(図42、図43のステップS23、S23-1~5)。

【0087】図44は、投影指定領域の決定処理を説明する図である。図44において、10a、10bはプロジェクタ2a、2bに対応する仮の投影指定領域RDa0、

RD_{b0}で、それぞれの左上と右下の座標を、(a₀x₀, a₀y₀), (a₀x₁, a₀y₁)、および(b₀x₀, b₀y₀), (b₀x₁, b₀y₁)とする。11a, 11bは、プロジェクタ2a, 2bに対応する投影指定領域RD_a, RD_bで、それぞれの左上と右下の座標を、(a_x0, a_y0), (a_x1, a_y1)、および(b_x0, b_y0), (b_x1, b_y1)とする。プロジェクタ2a, 2bの仮の投影指定領域RD_{a0}, RD_{b0}を決定する(図43のステップS23-1, S23-2)。ここで、ステップS23-1, S23-2の詳細手順は、上記実施の形態1のステップS2-1~5と同じであり、説明を省略する。仮の投影指定領域RD_{a0}, RD_{b0}から投影指定領域RD_a, RD_bを決定する(図43のステップS23-3)。図44(a)において、仮の投影指定領域RD_{a0}, RD_{b0}は一部重複しながら垂直方向にずれている。これを、図44(b)に示すように、同じ高さで重ならず1つの連続した長方形領域となるように、数16を使って投影指定領域RD_a, RD_bを決定する(図43のステップS23-3~5)。

【数16】

```
ax0 = (a0x0+b0x1)/2
ax1 = a0x1
ay0 = max(a0y0, b0y0)
ay1 = min(a0y1, b0y1)
bx0 = b0x0
bx1 = ax0
by0 = ay0
by1 = ay1
```

ただし、max(A, B)はA, Bのうち小さくない方の値
min(A, B)はA, Bのうち大きくない方の値をとる

以降の手順は、上記実施の形態1におけると同じである。すなわち、プロジェクタ2a, 2bに対応する2つの補正テーブルを作成し、映像入力手段708で入力した映像についての、それぞれの補正テーブルで補正処理を行い、スクリーン1に対してプロジェクタ2a, 2bで同時に投影することにより、視点位置7から見て1つの連続した歪のない正しい映像が得られる。以上のように、本実施の形態2では、自由曲面の表面のスクリーン1に対して斜めに配置した2台のプロジェクタで投影した映像を、ある視点位置7で観察する状況で、それぞれのプロジェクタで補正無しのテスト画像を投影し、視点位置7でカメラ4でテスト画像を撮影し、あらかじめ逆の歪みを与えるための補正情報と、2つの映像が連続して見えるようにする補正情報で、補正データを生成し、この補正データで投影したい映像を補正処理し、各プロジェクタで投影することにより、視点位置7から見て2つの投射映像を隙間なく重なりなく配置することができ、連続した歪みのない正しい映像を得ることが可能となる。このことにより、従来手間のかかっていたスクリーンの設置調整や、複数台のプロジェクタの配置調整といった作業の省力化が可能となる。また、2つの映像の重なり部分がないため、その領域に対する輝度調整などの特別な処理も不要となる。なお、本発明の実施の形態2は、プロジェクタが2台の場合であるが、3台以上の

場合でも、テスト画像の投射映像が一部重複するようにして、大きな投影指定領域を構成するように、各プロジェクタに対応した複数の投影指定領域を決定するようにすれば、同様の効果を得ることができる。

【0088】(実施の形態3)以下、本発明の実施の形態3による映像投影装置について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態3においては、実施の形態1と共通部分が多いため、相違点を中心に説明する。図45は、本発明の実施の形態3による映像投影装置の装置構成を示す図である。図45において、1は映像を写すスクリーン、2はスクリーン1に映像を投影するプロジェクタ、3はプロジェクタ2によってスクリーン1に投影された投射映像、4はスクリーン1や投射映像3を撮影するカメラ、5は映像信号を出力する映像ソース、6はカメラ4からのデータに基づき補正データを生成すると共に、生成した補正データに基づき映像ソース5からの映像信号に対して補正処理を施してプロジェクタ2へ出力する映像補正装置、7a, 7bは観察者の視点位置、8はスクリーン1の法線である。本実施の形態3では、上記スクリーン1は長方形の平面で、上記視点位置7aは上記スクリーン1の法線上に位置し、上記視点位置7bと上記スクリーン1の中心とを結ぶ直線は、上記スクリーン1の法線と角度θをなすものとする。また本発明の実施の形態3による映像投影装置のハードウェア構成は、図8に示す実施の形態1によるものと同一であり、説明を省略する。

【0089】次に、本発明の実施の形態3による映像投影装置の動作概要について説明する。図45に示すように、スクリーン1の正面方向に対して斜めの方向にプロジェクタ2を配置する。映像補正装置6において、補正データ作成プログラムでテスト画像が生成され、プロジェクタ2に出力される。プロジェクタ2に投入されたテスト画像を投影し、テスト画像の投射映像3がスクリーン1上に形成される。このとき、投射映像3はスクリーン1とプロジェクタ2が正対設置されていないため、歪んだ図形となっている。また、歪み具合は視点位置7の角度θにより異なる。カメラ4でテスト画像の投射映像3を含むスクリーン1の全体を撮影し、映像補正装置6の映像入力メモリ306に入力する。映像補正装置6では、テスト画像、およびスクリーンの外形に関する情報を抽出する。抽出したテスト画像と、映像入力メモリ306に保存された撮影画像とを比較して、歪量を算出する。この歪量と、スクリーンの外形に関する情報と、必要に応じてキーボード301やマウス302で入力した投影条件から、視点位置7から見て投影した結果がスクリーンの外形と相似形になるように事前に歪みを与えるための補正データを算出し、記録媒体303、または主記憶装置304に記憶しておく。この補正方法は、任意のカメラ位置で観察して投射映像3の外形がスクリーンの外形と相似形になれば、スクリーン1の正面である視

点位置 7a から見て、投射映像 3 は歪みのない長方形になることに基づいている。後は、上記実施の形態 1 と同様に、映像補正プログラムで映像ソース 5 より出力された映像信号は、画像フレームごとに補正処理されて、プロジェクタ 2 によってスクリーン 1 に歪みのない正しい映像が形成される。

【0090】次に、本実施の形態 3 による映像投影装置のブロック構成を説明する。図 46 は、本実施の形態 3 による映像投影装置のブロック図である。図 46 において、701 はテスト画像を生成するテスト画像生成手段、702 は映像信号を入力しスクリーンに投影する映像投影手段、703 はスクリーンに投影したテスト画像とスクリーンを撮影し撮影画像として出力する撮影手段、704 は撮影手段 703 の撮影画像を入力しテスト画像に関する情報を取り出すテスト画像抽出手段、710 は撮影手段 703 の撮影画像を入力しスクリーン 1 の外形に関する情報を取り出すスクリーン抽出手段、711 はユーザが投影条件を入力する入力手段、705 はテスト画像抽出手段 704 のテスト画像に関する情報と、テスト画像生成手段 701 のテスト画像とを比較するとともに、スクリーンの外形に関する情報と、投影条件とを加味して歪量を算出する歪量計算手段、706 は歪量計算手段 705 の歪量を入力し、スクリーンに歪みのない所望の映像が得られるように映像信号を補正するための補正データを計算する補正データ生成手段、707 は補正データを保持する補正データ記録手段、708 は投影したい映像信号を受け付ける映像入力手段、709 は映像入力手段 708 で受けた映像信号を補正データ記録手段 707 に保持している補正データで補正処理し、映像投影手段 702 に出力する映像補正手段である。

【0091】本実施の形態 3 では、入力手段 311 の具体的装置例として、キーボード 301、およびマウス 302 を用いる。本実施の形態 3 による映像投影装置の詳細な動作について、フローチャートを用いて説明する。図 47、図 48、図 49 は、本実施の形態 3 の詳細動作のフローチャートである。本実施の形態 3 においては、テスト画像の投射と、抽出の手順は、上記実施の形態 1 と同じであり、説明を省略する。

【0092】次に、テスト画像を投影せずにスクリーンをカメラで撮影し、その撮影画像 Z0 からスクリーンの輪郭を抽出し、その領域をスクリーン領域 RS とする(図 47、図 48 のステップ S11, S11-1, 2)。スクリーンの輪郭を抽出する方法の具体例としては、撮影画像 Z0 において、近傍の画素との輝度変化からエッジを抽出処理する方法や、あらかじめスクリーンの四隅、または輪郭部に色のついたマーカをセットしておき、撮影画像 Z0 の画素から、マーカと同じ色情報を持つ画素のみを抽出する方法により、これを実現することができる。

【0093】次に、投影指定領域の決定手順について説明する(図 47、図 49 のステップ S12, S12-1~7)。図 5

0 は、投影指定領域の決定処理の説明図である。図 50 において、スクリーン領域 RS と相似形で小さい領域 RR を、テスト画像領域 RT の中に想定する。この領域 RR に対して、徐々に拡大と平行移動とを組み合わせながら、テスト画像領域 RT に内接する最大の領域を決定し、この時の領域 RR を、投影指定領域 RD とする(図 49 のステップ S12-1~7)。補正テーブル作成以降の処理は、上記実施の形態 1 における処理と同じであり、説明を省略する。以上で、任意のカメラ位置でテスト画像を撮影しても、スクリーン 1 の正面にいる観察者に対して、投射映像 3 が長方形となり、歪みのない正しい映像を提供することができる。なお、投影指定領域の決定手順を、図 51 に示す第 2 の投影指定領域の決定手順としてもよい。

【0094】図 52 は、第 2 の投影指定領域の決定処理で使用する入力手段 311 の画面構成である。図 52 において、601 はスクリーン領域 RS を示す図形、602 はテスト領域 RT を示す図形、603 は投影指定領域 RD を示す図形、604 はユーザがマウス 302 を使って操作するマウスカーソルである。入力手段 311 の画面には、あらかじめスクリーン領域 RS と、テスト画像領域 RT とを示す図形 601 および 602 が、重ねて表示してある(図 51 のステップ S12-10)。ユーザはマウスカーソル 604 を操作し、図形 601 と図形 602 の位置と大きさを参考しながら、図形 603 を指定し、所望の投影指定領域 RD を投影条件として入力する(図 51 のステップ S12-11)。このとき、入力手段 311 は、投影指定領域 RD がテスト画像指定領域 RT の内部から出ないようにユーザの入力作業を支援することもある。また、入力手段 311 は、投影指定領域 RD がスクリーン領域 RS と相似な関係を保つように、ユーザの入力作業を支援することもある。以上で、第 2 の投影指定領域の決定を終了する。また、投影指定領域の決定手順を、図 53 に示す第 3 の投影指定領域の決定手順としてもよい。

【0095】図 54 は、第 3 の投影指定領域の決定方法で使用する入力手段 311 の画面構成である。図 54 に示すように、ユーザは入力手段 311 でキーボード 301 を使って 2 つの角度 θ_c と角度 θ_v を投影条件として入力する(図 53 のステップ S12-21, 22)。次に、角度 θ_c と θ_v との関係から、投影指定領域 RD を決定する(図 53 のステップ S12-23)。

【0096】以下、ステップ S12-23 の具体的な処理手法について、説明する。図 55 は、スクリーン 1 と、各視点位置 7a ~ 7e と、カメラ 4 との位置関係を説明する図である。図 55 において、8 はスクリーン 1 の法線、9 はカメラ 4 の光軸、視線位置 7a ~ 7d とスクリーンの中心を結ぶ直線と、法線 8 のなす角を θ_v 、カメラの光軸 9 と法線 8 のなす角を θ_c 、とする。視点位置 7a は法線 8 上に位置し、視点位置 7c はカメラ 4 の同じ位置とする。図 56 は視点位置と投影指定領域 RD の形状の関係を示す図である。図 56 において、各視点方向にお

ける角度 θ_v と、各視点方向で歪なく正しい映像が得られるための投影指定領域RD (カメラ2で観察した形状) をそれぞれ図示している。つまり、投影指定領域RDは、 $\theta_v = \theta_c$ ではカメラ位置と視点位置が一致するため長方形となり、 $\theta_v = 0$ では、スクリーン領域RSの形状と相似形となり、 $0 < \theta_v < \theta_c$ では、長方形からスクリーン領域RSへ連続して滑らかに変化させた内補図形となり、 $\theta_v > \theta_c$ や、 $\theta_v < 0$ では、外補図形となる。このような、 θ_v と、投影指定領域RD (つまり領域を構成する4つの頂点の座標) との間の内外補の関係を使うことにより、 θ_c と θ_v が決まれば、長方形 ($\theta_v = \theta_c$) と、スクリーン領域RS ($\theta_v = 0$) を、基準図形として、テスト画像領域RTに内接する投影指定領域RDを決定することができる。以上で、第3の投影指定領域の決定を終了する。

【0097】以上のように、本発明の実施の形態3では、スクリーンの外形と相似形の投影指定領域RDを決定することにより、カメラ4を任意の位置に設置しても、スクリーン3の正面の視点位置7aから見て歪のない正しい映像を提示することが可能となる。また、入力手段311を設け、入力画面にスクリーン領域RSとテスト画像領域RTとを重ねて表示した状態で、ユーザが最適な投影指定領域RDを自由に設定することが可能となり、任意の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することが可能となる。また、視点位置とカメラとスクリーンの相対位置関係を入力することにより、投影指定領域RDを算出でき、任意の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することが可能となる。なお、本実施の形態3では、1つのプロジェクトのシステム構成について説明したが、上記実施の形態2に示すような、2台またはそれ以上の台数のプロジェクトで構成したシステムにおいても適用することができ、同様の効果を得ることができる。

【0098】(実施の形態4) 以下、本発明の実施の形態4による映像投影装置について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態4では、上記実施の形態2と共通部分が多いため、相違点を中心に説明する。図57は本発明の実施の形態4による映像投影装置の装置構成の図である。図57において、1は映像を写すスクリーン、2はスクリーン1に可視光および赤外光で映像を投影するプロジェクト、3はプロジェクト2によってスクリーン1に投影された投射映像、4は投射映像3を赤外光で撮影するカメラ、5は映像信号を出力する映像ソース、6はカメラ4からのデータから補正データを生成し、映像ソース5からの映像信号を補正処理してプロジェクト2に出力する映像補正装置、7は観察者の視点位置である。ここで、上記映像ソース5および上記カメラ4は、上記映像補正装置6に内包された構成としてもよい。本実施の形態4では、上記スクリーン1の表面は必ずしも平面である必要はなく、自由曲面であるものとす

る。さらに上記スクリーン1の表面は、時間とともに変化するものとする。また、上記視点位置7と上記カメラ4の位置は、一致するものとする。本発明の実施の形態2による映像投影装置のハードウェア構成は、図8に示す実施の形態1によるものと同一であり、説明を省略する。

【0099】本発明の実施の形態4による映像投影装置の動作概要について、図57及び図8を用いて説明する。図57に示すように、スクリーン1の正面方向に対して斜めの方向にプロジェクト2を配置する。映像補正装置6において、補正データ作成プログラムでテスト画像が生成され、プロジェクト2に出力される。プロジェクト2に入力されたテスト画像は赤外光で投射され投射映像3がスクリーン1上に形成される。このとき、投射映像3はスクリーン1とプロジェクト2が正対設置されていないことと、スクリーン1の表面形状により、視点位置7から見ると歪んだ図形となっている。視点位置7と同じ位置において、カメラ4でテスト画像の投射映像3を赤外光で撮影し映像補正手段6の映像入力メモリ306に入力する。生成したテスト画像と、映像入力メモリ306に入力された撮影画像とを比較して、投射映像の歪みを算出し、投影時に歪がないように事前に逆の歪みを与えるための補正データを算出し、記録媒体303、または主記憶装置304に記憶しておく。

【0100】次に、映像補正プログラムにより、映像ソース5より出力された映像信号は、画像フレームごとに映像入力メモリ306に逐次的に取り込まれ、補正データに従って、映像入力メモリ306から映像出力メモリ307に逐次的に変換して格納される。映像出力メモリ307の内容は、映像信号として逐次出力され、プロジェクト2に出力される。このとき、補正データ作成プログラムと映像補正プログラムは、並行して実行され、プロジェクト2はテスト画像を赤外光で、補正した映像は可視光で、同時に重ねて投影する。つまり、補正データ作成プログラムは、リアルタイムに補正データを更新し、映像補正プログラムは最新の補正データを使って映像を補正し、2つの映像を同時にスクリーン1に投影する。このようにして、時間とともに変化する表面を持つスクリーン1に、補正した映像のみが常に歪みのない正しい映像として形成される。次に、本発明の実施の形態4による映像投影装置のブロック構成は、上記実施の形態1の詳細な構成と同じであり、説明を省略する。

【0101】本実施の形態4による映像投影装置の詳細な動作について、フローチャートを用いて説明する。図58から図61は、本実施の形態4による映像投影装置の詳細動作のフローチャートである。図58は本実施の形態4の全体フローチャートである。まず、テスト画像を生成し、プロジェクト2から赤外光でスクリーン1に投影を行う(図58、図59のステップS41, S41-1, 2)。次に、テスト画像の抽出の手順を説明する(図58、図6

0のステップS42、S42-1~6)。すなわち、スクリーン1に赤外光で投影したテスト画像の投射映像3を、赤外光のカメラ4で撮影する。撮影した画像には、テスト画像の特徴点のみが写っており、この画像を特徴点画像Z10とする(図60のステップS42-1)。ステップS42-2、3~6のラベリング作業は、上記実施の形態1におけるステップS1-5、6と同じあり、説明を省略する。

【0102】続いて、上記実施の形態1のステップS2、S3、S4と同じ手順で、投影指定領域の決定(図58のステップS43)、補正テーブルの生成(図58のステップS44)、及び、画像の補正(図58ステップS45)を行う。テスト画像を生成し、赤外光のテスト画像と、可視光の補正画像とを重ねて、プロジェクタ2によりスクリーン1に投影する(図58、図61ののステップS46、S46-1、2)。視点7にいる観察者は、肉眼では赤外光のテスト画像は見えず、可視光で投影されている補正映像のみを、歪なく正しく見ることができる。

【0103】赤外光で投影したテスト画像は、ステップS42に戻って、再度カメラで撮影され、補正テーブルが更新される。

【0104】以下、上記図58のステップS42~S46が繰り返される。以上のように、本実施の形態4では、時々刻々と変化する自由曲面の表面のスクリーン1に対して斜めに配置したプロジェクタ2で投影した映像を、ある視点位置7で観察する状況において、プロジェクタ2により補正無しのテスト画像を投影し、視点位置7にてカメラ4でテスト画像を撮影し、あらかじめ逆の歪みを与えるための補正データを連続して生成、更新し、最新の補正データで投影したい映像を補正処理し、プロジェクタ2で投影することにより、視点位置7から見て常に歪みなしに正しい映像を得ることが可能となる。このことにより、屋外で風にたなびくスクリーンのように、時間により刻々と変化するスクリーンに対しても、常に歪のない正しい映像を得ることができる。なお、上記実施の形態4においては、テスト画像の投影に赤外線を用いたものについて述べたが、このテスト画像の投影に用いる光線は、観察者の見えない波長域、つまり可視光以外の領域のものであればよく、たとえば紫外光などでも同様の効果が得られる。また、カメラ4の位置と視点位置7とは厳密に一致しなくとも、そのずれが小さいものであれば、一定の効果をj得ることができる。また、上記実施の形態4では、1つのプロジェクタのシステム構成について説明したが、上記実施の形態2に示すような、2台またはそれ以上の台数のプロジェクタで構成したシステムにおいても適用することができ、同様の効果を得ることができる。

【0105】(実施の形態5)次に、映像投影を実行するためのプログラム(以下、映像投影プログラムという)を記録した記録媒体について説明する。図8において、中央処理装置305でプログラムの動作を制御す

る。主記憶装置304では、プログラムや各種のデータが記憶される。映像投影プログラムは、記録媒体303に記録される。記録媒体303は、フロッピーディスクや、MOや、CD-ROMなど、少なくとも1回の書き込みと読み出しが可能な記録媒体ならば、何でもよい。また、ハードディスクなど予めシステムに組み込まれ、可搬性のないものでもよい。映像投影プログラムは、中央処理装置305によってバス308を経由して主記憶装置304に読み込まれ、所定の動作を行なう。映像投影プログラムの具体的な動作は、上述した通りであるので、説明を省略する。

【0106】

【発明の効果】以上のように本発明の請求項1にかかる映像投影装置によれば、テスト画像を生成するテスト画像生成手段と、画像をスクリーンに投影する映像投影手段と、投影されたテスト画像の投射映像を撮影し、撮影画像として出力する撮影手段と、生成した上記テスト画像と上記撮影画像とを比較して、投射映像の歪量を算出する歪量計算手段と、上記歪量から画像を歪みなく投影できるよう、画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成手段と、上記補正データを保持しておく補正データ記憶手段と、を備えたことを特徴とするものとしたので、視点位置から見て歪みなく正しい映像を得ることが可能となり、従来手間のかかっていたスクリーンの設置調整や、プロジェクタの配置調整といった作業の省力化を図ることができるという効果を有する。

【0107】本発明の請求項2にかかる映像投影装置によれば、請求項1記載の映像投影装置において、映像を受付ける映像入力手段と、受付けた上記映像に対し、上記補正データ記憶手段に記憶している補正データで補正処理を行い、上記映像投影手段に出力する映像補正手段と、をさらに備えたことを特徴とするものとしたので、重みテーブルを2の指数乗倍し整数化してテーブルに保存することにより、補正テーブルのサイズを小さくし、補正テーブル記憶手段を効率よく使うことができると共に、補正テーブルの生成の処理、および画像の補正処理の演算を、高速に行うことができるという効果を有する。

【0108】本発明の請求項3にかかる映像投影装置によれば、請求項2記載の映像投影装置において、上記映像補正手段は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行うものである、ことを特徴とするものとしたので、視点位置から見て歪みのない映像を提供することができるという効果を有する。

【0109】本発明の請求項4にかかる映像投影装置によれば、請求項1から3のいずれかに記載の映像投影装置において、上記撮影手段は、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影し撮影画像として出力するものであり、上記撮影画像からスクリーンの

幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出手段を、さらに備え、上記歪量計算手段は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものとしたので、スクリーンの外形と相似形状の投影指定領域を決定することにより、カメラを任意の位置に設定しても、スクリーンの正面の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0110】本発明の請求項5にかかる映像投影装置によれば、請求項1から4のいずれかに記載の映像投影装置において、補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を投影指定領域とし、視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち少なくとも1つを設置条件として入力する入力手段を、さらに備え、上記歪量補正手段は、上記入力手段の設置条件をも加味して投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものとしたので、視点位置とカメラとスクリーンの相対位置関係を入力することにより、投影指定領域を算出することができ、任意の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0111】本発明の請求項6にかかる映像投影装置によれば、請求項5に記載の映像投影装置において、上記入力手段は、スクリーンを表す図形とテスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面においてユーザが投影指定領域を指定するものである、ことを特徴とするものとしたので、入力画面にスクリーン領域とテスト画像領域とを重ねて表示した状態で、ユーザが最適な投影指定領域を自由に設定することが可能となり、任意の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0112】本発明の請求項7にかかる映像投影装置によれば、請求項2から6のいずれかに記載の映像投影装置において、上記映像投影手段は、映像補正手段で補正処理をした画像をスクリーンに投影するとともに、テスト画像生成手段のテスト画像を可視光域以外のある波長域でスクリーンに投影するものであり、上記撮影手段は、投影されたテスト画像の投射映像を、上記波長域で撮影するものである、ことを特徴とするものとしたので、視点位置から見て常に歪のない正しい映像を得ることができ、屋外で風にたなびくスクリーンのように、時間により刻々と変化するスクリーンに対しても、常に正しい映像を得ることができるという効果を有する。

【0113】本発明の請求項8にかかる映像投影装置によれば、請求項1から7のいずれかに記載の映像投影装置において、テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、ことを特徴とするものとしたので、各特徴点が投影後にどこに移動したか把握することができ、上記各

特徴点の移動量により歪み量を把握することができるという効果を有する。

【0114】本発明の請求項9にかかる映像投影装置によれば、請求項8記載の映像投影装置において、テスト画像は、各特徴点が1つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0115】本発明の請求項10にかかる映像投影装置によれば、請求項8または9に記載の映像投影装置において、テスト画像は、各特徴点が異なる色のものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0116】本発明の請求項11にかかる映像投影装置によれば、請求項8から10のいずれかに記載の映像投影装置において、テスト画像は、各特徴点が異なる周期で点滅するものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0117】本発明の請求項12にかかる映像投影装置によれば、請求項8から11のいずれかに記載の映像投影装置において、テスト画像は、複数の特徴点が縦横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点間の相対的な位置関係により、上記複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0118】本発明の請求項13にかかる映像投影方法によれば、テスト画像を生成するテスト画像生成工程と、画像をスクリーンに投影する映像投影工程と、投影されたテスト画像の投射映像を撮影し、撮影画像として出力する撮影工程と、生成した上記テスト画像と、上記撮影画像とを比較して、投射映像の歪量を算出する歪量計算工程と、上記歪量から画像を歪みなく投影できるように、画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成工程と、上記補正データを保持しておく補正データ記憶工程と、を備えたことを特徴とするものとしたので、視点位置から見て歪みなく正しい映像を得ることが可能となり、従来手間のかかっていたスクリーンの設置調整や、プロジェクタの配置調整といった作業の省力化を図ることができるという効果を有する。

【0119】本発明の請求項14にかかる映像投影方法によれば、請求項13記載の映像投影方法において、映像を受付ける映像入力工程と、受付けた上記映像に対し、上記補正データ記憶工程で記憶している補正データを用いて補正処理を行い、上記映像投影工程に出力する映像補正工程と、をさらに備えたことを特徴とするものとしたので、重みテーブルを2の指数乗倍し整数化してテーブルに保存することにより、補正テーブルのサイズを小さくし、補正テーブル記憶手段を効率よく使うことができると共に、補正テーブルの生成の処理、および画像の補正処理の演算を、高速に行うことができるという

効果を有する。

【0120】本発明の請求項15にかかる映像投影方法によれば、請求項14記載の映像投影方法において、上記映像補正工程は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行う工程を有する、ことを特徴とするものとしたので、視点位置から見て歪みのない映像を提供することができるという効果を有する。

【0121】本発明の請求項16にかかる映像投影方法によれば、請求項13から15のいずれかに記載の映像投影方法において、上記撮影工程は、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影し、撮影画像として出力するものであり、上記撮影画像からスクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出工程を、さらに備え、上記歪量計算工程は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものとしたので、スクリーンの外形と相似形状の投影指定領域を決定することにより、カメラを任意の位置に設定しても、スクリーンの正面の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0122】本発明の請求項17にかかる映像投影方法によれば、請求項13から16のいずれかに記載の映像投影方法において、補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を、投影指定領域とし、視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち少なくとも1つを、設置条件として入力する入力工程を、さらに備え、上記歪量補正工程は、上記入力工程の設置条件をも加味して、投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものとしたので、視点位置とカメラとスクリーンの相対位置関係を入力することにより、投影指定領域を算出することができ、任意の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0123】本発明の請求項18にかかる映像投影方法によれば、請求項17に記載の映像投影方法において、上記入力工程は、スクリーンを表す図形と、テスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面において、ユーザが投影指定領域を指定するものである、ことを特徴とするものとしたので、入力画面にスクリーン領域とテスト画像領域とを重ねて表示した状態で、ユーザが最適な投影指定領域を自由に設定することが可能となり、任意の視点位置から見て歪のない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0124】本発明の請求項19にかかる映像投影方法によれば、請求項14から18のいずれかに記載の映像投影方法において、上記映像投影工程は、映像補正工程で補正処理をした画像をスクリーンに投影するととも

に、テスト画像生成工程で生成したテスト画像を可視光域以外のある波長域でスクリーンに投影するものであり、上記撮影工程は、投影されたテスト画像の投射映像を上記波長域で撮影するものである、ことを特徴とするものとしたので、視点位置から見て常に歪のない正しい映像を得ることができ、屋外で風にたなびくスクリーンのように、時間により刻々と変化するスクリーンに対しても、常に正しい映像を得ることができるという効果を有する。

【0125】本発明の請求項20にかかる映像投影方法によれば、請求項13から19のいずれかに記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、ことを特徴とするものとしたので、各特徴点が投影後にどこに移動したか把握することができ、上記各特徴点の移動量により歪み量を把握することができるという効果を有する。

【0126】本発明の請求項21にかかる映像投影方法によれば、請求項20に記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、各特徴点が1つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0127】本発明の請求項22にかかる映像投影方法によれば、請求項20または21記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、各特徴点が異なる色のものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0128】本発明の請求項23にかかる映像投影方法によれば、請求項20から22のいずれかに記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、各特徴点が異なる周期で点滅するものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0129】本発明の請求項24にかかる映像投影方法によれば、請求項20から23のいずれかに記載の映像投影方法において、上記テスト画像は、複数の特徴点が縦、横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点間の相対的な位置関係により、上記複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0130】本発明の請求項25にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、テスト画像を生成する手順と、スクリーンに投影したテスト画像の投射映像を撮影した撮影画像と、生成した上記テスト画像とを比較し、投射映像の歪量を算出する歪量計算手順と、上記歪量から画像を歪みなく投影するために画像に事前に逆の歪みを与える補正データを生成する補正データ生成手順と、上記補正データを保持する補正データ記憶手順とを、コンピュータに実行させることを特徴とするもの

としたので、視点位置から見て歪みなく正しい映像を得ることが可能となり、従来手間のかかっていたスクリーンの設置調整や、プロジェクタの配置調整といった作業の省力化を図ることができるという効果を有する。

【0131】本発明の請求項26にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項25記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、上記映像投影プログラムは、受付けた映像に対し、補正データ記憶手順で保持している補正データを補正処理させ、スクリーンに投影する映像補正手順を、さらに備えたものである、ことを特徴とするものとしたので、重みテーブルを2の指数乗倍し整数化してテーブルに保存することにより、補正テーブルのサイズを小さくし、補正テーブル記憶手段を効率よく使うことができると共に、補正テーブルの生成の処理、および画像の補正処理の演算を、高速に行うことができるという効果を有する。

【0132】本発明の請求項27にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項26記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、上記映像補正手順は、処理対象の画像を構成する画素の一部に対し輝度を下げるマスク処理をも行う処理手順を有するものである、ことを特徴とするものとしたので、視点位置から見て歪みのない映像を提供することができるという効果を有する。

【0133】本発明の請求項28にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項25から27のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、投影されたテスト画像の投射映像を含むスクリーン全体を撮影した撮影画像から、スクリーンの幾何学的な情報を取り出すスクリーン抽出手順を付加し、上記歪量計算手順は、生成された上記テスト画像と、上記撮影画像と、上記スクリーンの幾何学的な情報とから、投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものとしたので、スクリーンの外形と相似形状の投影指定領域を決定することにより、カメラを任意の位置に設定しても、スクリーンの正面の視点位置から見て歪みのない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0134】本発明の請求項29にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項25から28のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、補正処理後の画像を投影したいスクリーン上の領域を、投影指定領域とし、視点、映像投影手段、撮影手段、及びスクリーンの各位置と各向き、スクリーン形状、及び投影指定領域のうち少なくとも1つを、設置条件として入力する入力手順を、さらに備え、上記歪量補正手順は、上記設置条件をも加味して投射映像の歪量を算出するものである、ことを特徴とするものとしたので、視点位置とカメラとスクリーンの相対位置関係を入力することにより、投影指定領域を算出する

ことができ、任意の視点位置から見て歪みのない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0135】本発明の請求項30にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項29記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、入力手順は、スクリーンを表す図形と、テスト画像の投射映像を表す図形とを重ねて表示した画面において、ユーザが投影指定領域を指定するものである、ことを特徴とするものとしたので、入力画面にスクリーン領域とテスト画像領域とを重ねて表示した状態で、ユーザが最適な投影指定領域を自由に設定することが可能となり、任意の視点位置から見て歪みのない正しい映像を提示することができるという効果を有する。

【0136】本発明の請求項31にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項25から30のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、あらかじめ位置情報が既知で、かつ識別子を有する複数の特徴点で構成するものである、ことを特徴とするものとしたので、各特徴点が投影後にどこに移動したか把握することができ、上記各特徴点の移動量により歪み量を把握することができるという効果を有する。

【0137】本発明の請求項32にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項31記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、各特徴点が1つずつ点灯、もしくは順次点灯するものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0138】本発明の請求項33にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項31または請求項32記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、各特徴点が異なる色のものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0139】本発明の請求項34にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項31から33のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、各特徴点が異なる周期で点滅するものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【0140】本発明の請求項35にかかる映像投影プログラムを記録した記録媒体によれば、請求項31から34のいずれかに記載の映像投影プログラムを記録した記録媒体において、テスト画像は、複数の特徴点が縦、横方向にそれぞれ等間隔で並んだものである、ことを特徴とするものとしたので、複数の特徴点間の相対的な位置関係により、上記複数の特徴点を識別することができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 による映像投影装置の装置構成を示す図

【図 2】第 1 の従来例による映像投影装置のブロック図

【図 3】第 1 の従来例の全体のフローチャート

【図 4】第 1 の従来例の補正前後のテスト画像の説明図

【図 5】第 1 の従来例の歪量の計算と、補正データの生成のフローチャート

【図 6】第 2 の従来例による映像投影装置のブロック図

【図 7】第 2 の従来例における投影された画像の形状を示す図

【図 8】本発明の実施の形態 1 による映像投影装置のハードウェア構成を示す図

【図 9】本発明の実施の形態 1 による映像投影装置のブロック図

【図 10】本発明の実施の形態 1 による映像補正手段の詳細な構成を示す図

【図 11】本発明の実施の形態 1 におけるテスト画像の構成を示す図

【図 12】本発明の実施の形態 1 におけるテーブルの構成を示す図

【図 13】本発明の実施の形態 1 における画像フレームの座標系の説明図

【図 14】本発明の実施の形態 1 における補正テーブル Th のテーブル要素の構成を示す図

【図 15】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T0, T1, T2 のテーブル要素の構成を示す図

【図 16】本発明の実施の形態 1 における動作原理の説明図

【図 17】本発明の実施の形態 1 における全体のフローチャート

【図 18】本発明の実施の形態 1 におけるテスト画像の投影と抽出処理のフローチャート

【図 19】本発明の実施の形態 1 における特徴点のラベリング処理のフローチャート

【図 20】本発明の実施の形態 1 における投影指定領域の決定処理のフローチャート

【図 21】本発明の実施の形態 1 における補正テーブル生成処理のフローチャート

【図 22】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T0 生成処理のフローチャート

【図 23】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T1 生成処理のフローチャート

【図 24】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T2 生成処理のフローチャート

【図 25】本発明の実施の形態 1 における補正テーブル Th 生成処理のフローチャート

【図 26】本発明の実施の形態 1 における画像の補正処理のフローチャート

【図 27】本発明の実施の形態 1 における画素値計算処

理のフローチャート

【図 28】本発明の実施の形態 1 における、歪んだテスト画像の投射映像の撮影画像 Z1 の説明図

【図 29】本発明の実施の形態 1 における、特徴点画像 Z10 の説明図

【図 30】本発明の実施の形態 1 における投影指定領域の決定処理の説明図

【図 31】本発明の実施の形態 1 における画像フレーム C0 の説明図

【図 32】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T0 生成処理の説明図

【図 33】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T0 生成処理の説明図

【図 34】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T1 生成処理の説明図

【図 35】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T1 生成処理の説明図

【図 36】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル T2 生成処理の説明図

【図 37】本発明の実施の形態 1 におけるテーブル Th 生成処理の説明図

【図 38】本発明の実施の形態 1 における第 2 のテスト画像の投影と抽出処理のフローチャート

【図 39】本発明の実施の形態 1 における第 3 のテスト画像の投影と抽出処理のフローチャート

【図 40】本発明の実施の形態 1 における第 4 のテスト画像の投影と抽出処理のフローチャート

【図 41】本発明の実施の形態 2 における映像投影装置の装置構成を示す図

【図 42】本発明の実施の形態 2 における全体のフローチャート

【図 43】本発明の実施の形態 2 における投影指定領域の決定処理のフローチャート

【図 44】本発明の実施の形態 2 における投影指定領域の決定処理の説明図

【図 45】本発明の実施の形態 3 における映像投影装置の装置構成を示す図

【図 46】本発明の実施の形態 3 における映像投影装置のブロック図

【図 47】本発明の実施の形態 3 における全体のフローチャート

【図 48】本発明の実施の形態 3 におけるスクリーン形状の抽出処理のフローチャート

【図 49】本発明の実施の形態 3 における投影指定領域の決定処理のフローチャート

【図 50】本発明の実施の形態 3 における投影指定領域の決定処理の説明図

【図 51】本発明の実施の形態 3 における第 2 の投影指定領域の決定処理のフローチャート

【図 52】本発明の実施の形態 3 における第 2 の投影指

定領域の決定処理で使用する入力手段の画面構成を示す図

【図 5 3】本発明の実施の形態 3 における第 3 の投影指定領域の決定処理のフローチャート

【図 5 4】本発明の実施の形態 3 における第 3 の投影指定領域の決定処理で使用する入力手段の画面構成を示す図

【図 5 5】本発明の実施の形態 3 におけるスクリーンと各視点位置とカメラの位置関係の説明図

【図 5 6】本発明の実施の形態 3 における各視点位置と 10 投影指定領域の形状の関係を示す図

【図 5 7】本発明の実施の形態 4 における映像投影装置の装置構成を示す図

【図 5 8】本発明の実施の形態 4 における全体のフローチャート

【図 5 9】本発明の実施の形態 4 におけるテスト画像の投影処理のフローチャート

【図 6 0】本発明の実施の形態 4 におけるテスト画像の抽出処理のフローチャート

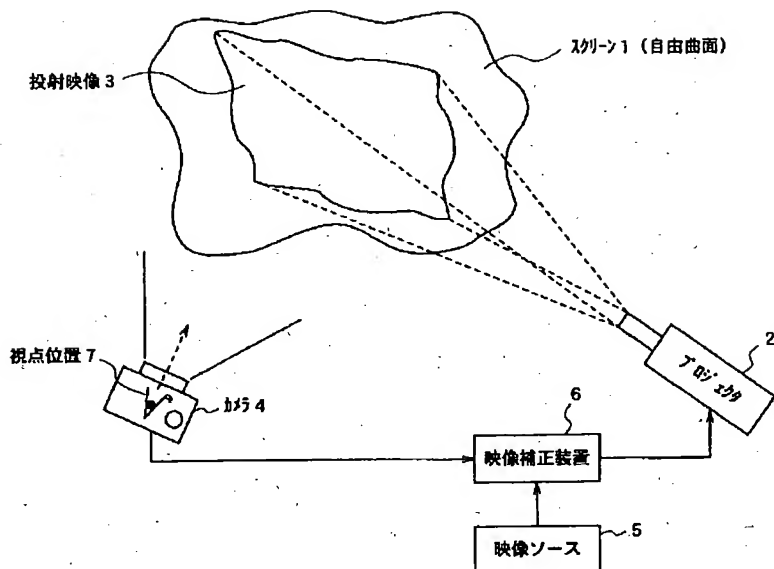
【図 6 1】本発明の実施の形態 4 におけるテスト画像と 20 補正画像の投影処理のフローチャート

【符号の説明】

- 1 スクリーン
- 2 プロジェクタ
- 3 投射映像
- 4 カメラ
- 5 映像ソース
- 6 映像補正装置
- 7 観察者の視線位置
- 8 スクリーンの法線
- 9 カメラの光軸
- 10 仮の投影指定領域
- 11 投影指定領域
- 101 スクリーン
- 102 テスト画像
- 103 パターン発生回路
- 104 D/A変換回路
- 105 プロジェクタ
- 106 カメラ
- 107 切替スイッチ
- 108 A/D変換回路
- 109 パターン抽出回路
- 110 CPU
- 111 メモリ
- 112 切替スイッチ
- 113 歪み補正回路

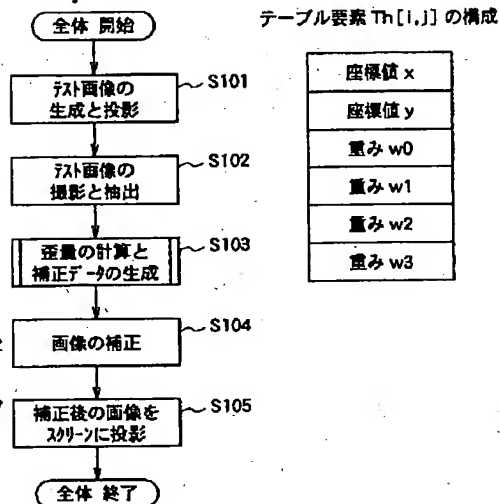
- 201 投影手段
- 202 射影変換手段
- 203 連続画像変換手段
- 204 スクリーン
- 205 投影変換を行わずに投射した画像
- 206 投影変換を行なった後に投射した画像
- 207 画像の重なり部分
- 301 キーボード
- 302 マウス
- 303 記憶媒体
- 304 主記憶装置
- 305 中央処理装置
- 306 映像入力メモリ
- 307 映像出力メモリ
- 308 バス
- 401 入力フレームメモリ
- 402 出力フレームメモリ
- 403 アドレス発生手段
- 404 アドレス変換手段
- 405 重み決定手段
- 406 画素補間手段
- 407 マスク処理判定手段
- 408 マスク処理手段
- 501 テスト画像
- 502 画像フレーム B 上のテスト画像
- 503 画像フレーム C1 上のテスト画像
- 504 画像フレーム C0 上に得られるべき理想のテスト画像
- 505 画像フレーム S 上の補正処理前のテスト画像
- 30 506 画像フレーム B 上の補正処理後のテスト画像
- 507 画像フレーム C2 上の投射したテスト画像
- 601 スクリーン領域を示す図形
- 602 テスト領域を示す図形
- 603 投影指定領域を示す図形
- 604 マウスカーソル
- 701 テスト画像生成手段
- 702 映像投影手段
- 703 撮影手段
- 704 テスト画像抽出手段
- 40 705 歪み計算手段
- 706 補正データ生成手段
- 707 補正データ記憶手段
- 708 映像入力手段
- 709 映像補正手段
- 710 スクリーン抽出手段
- 711 入力手段

【図 1】

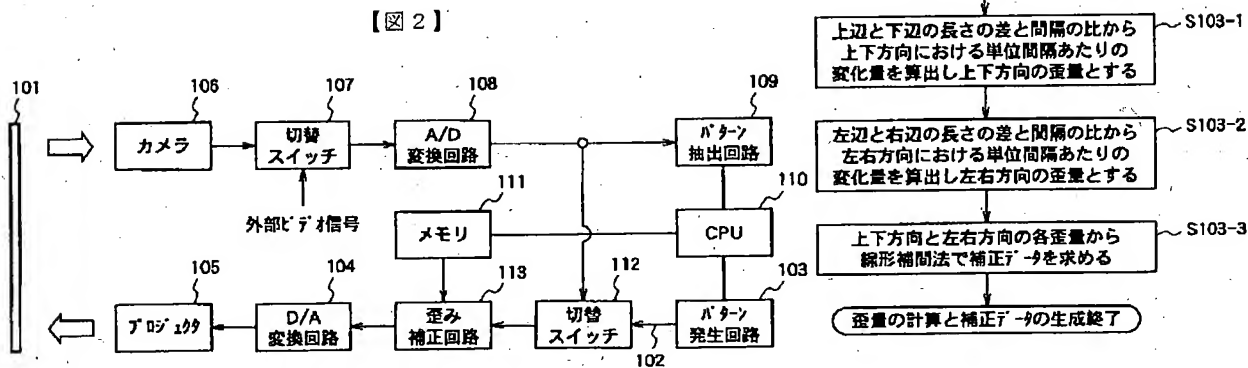


【図 3】

【図 14】

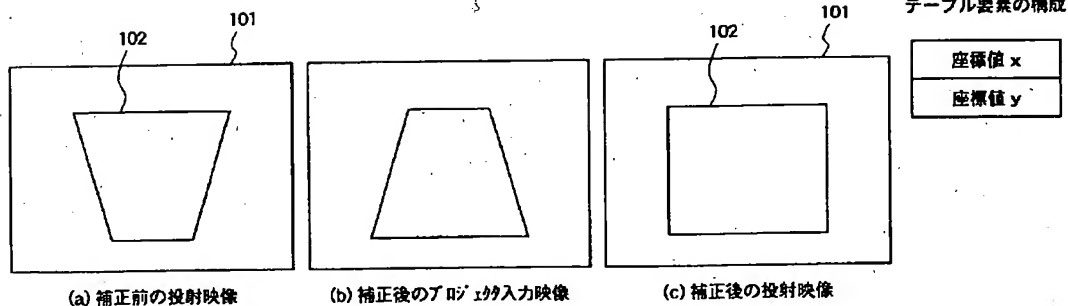


【図 5】

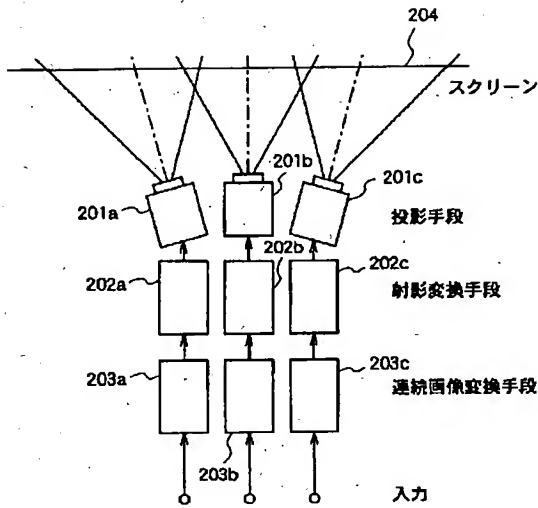


【図 4】

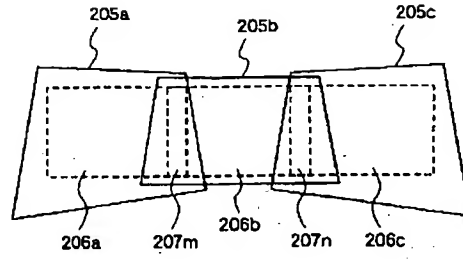
【図 15】



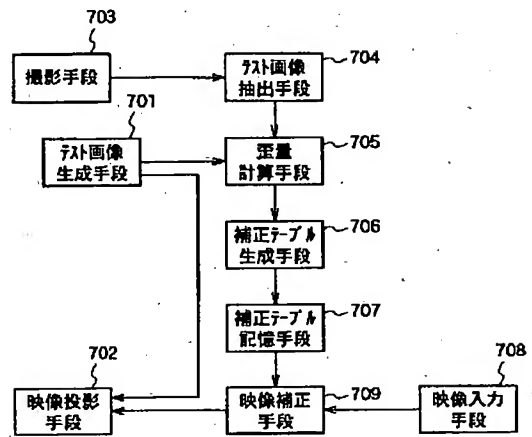
【図6】



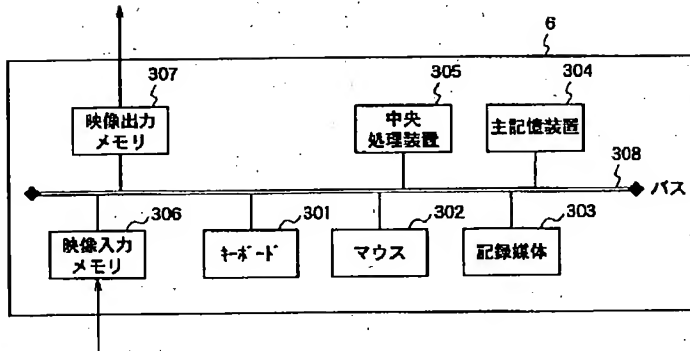
【図7】



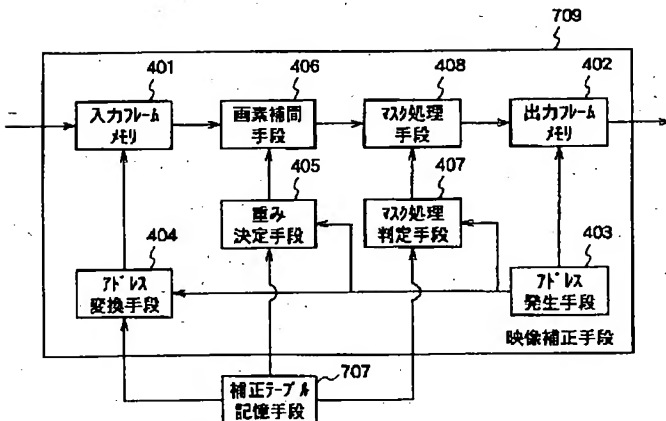
【図9】



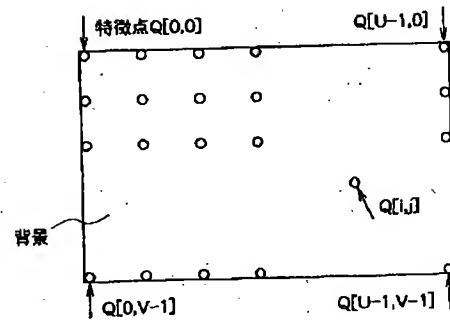
【図8】



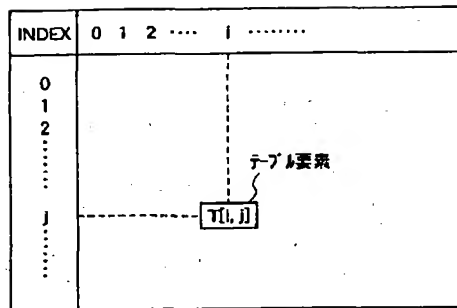
【図10】



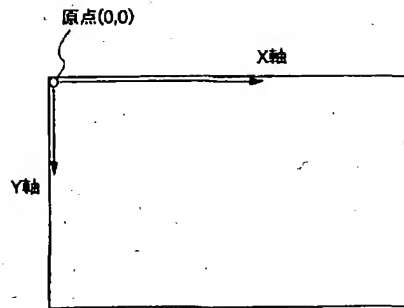
【図11】



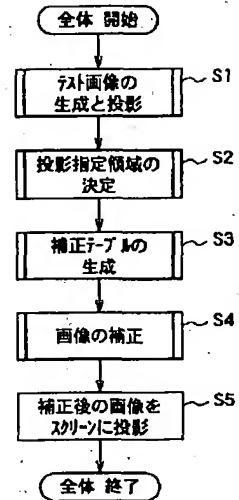
【図12】



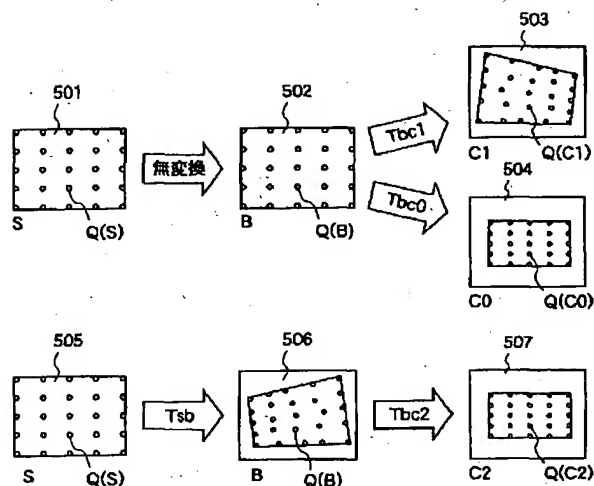
【図13】



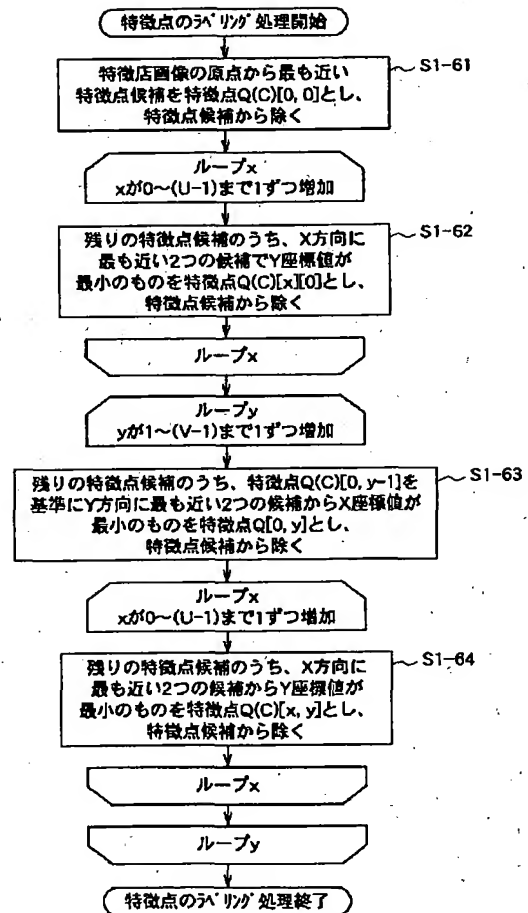
【図17】



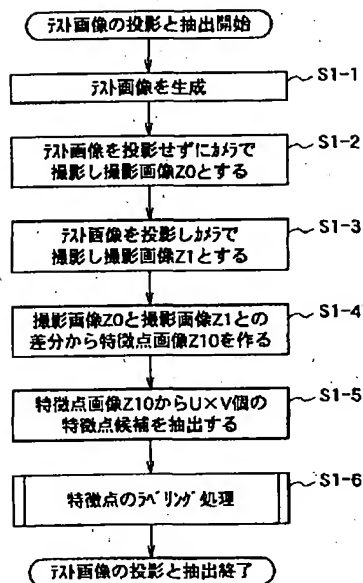
【図16】



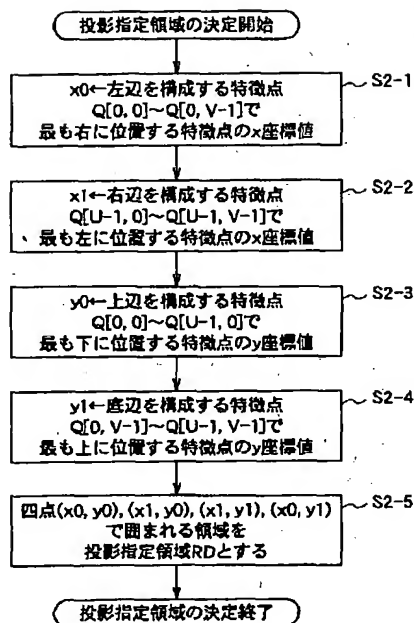
【図19】



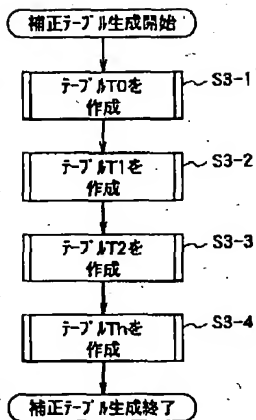
【図18】



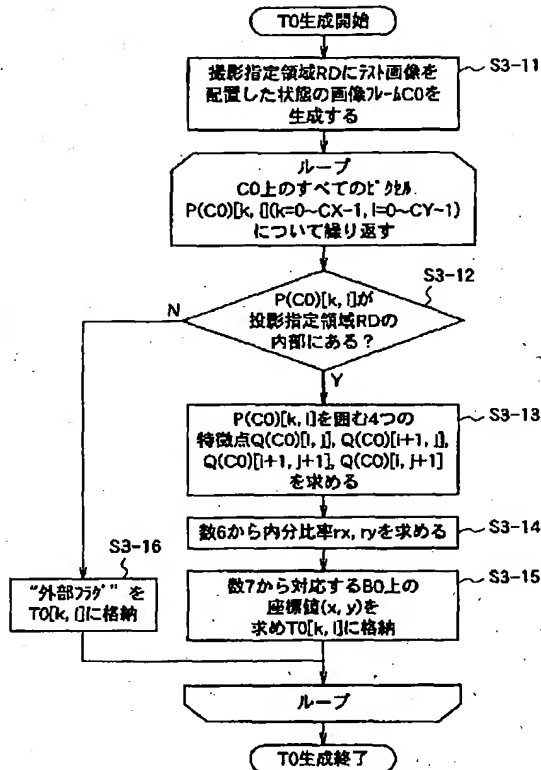
【図20】



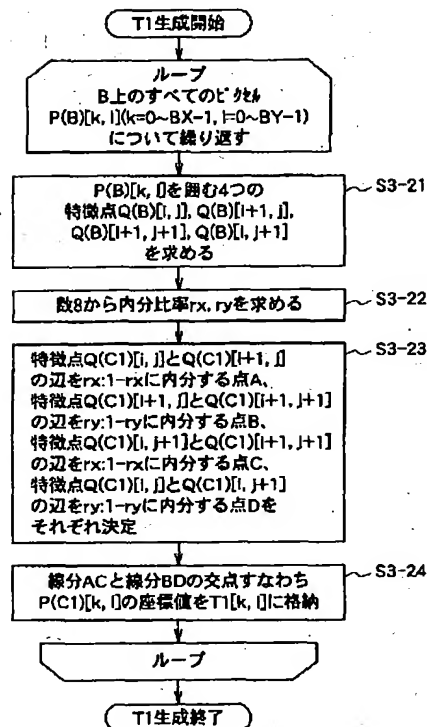
【図21】



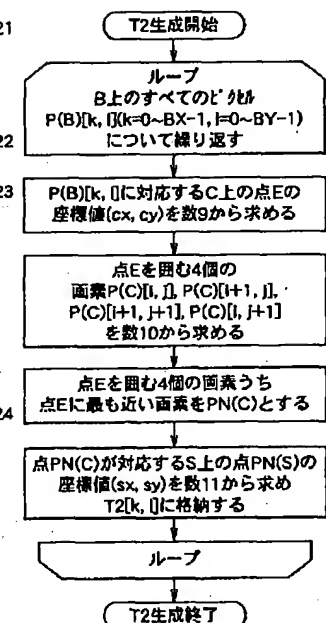
【図22】



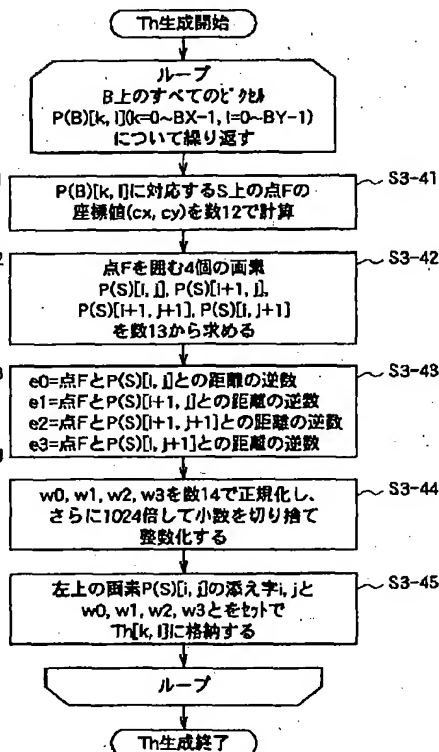
【図23】



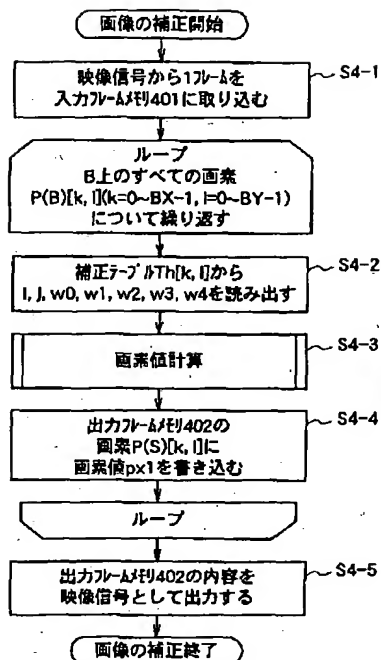
【図24】



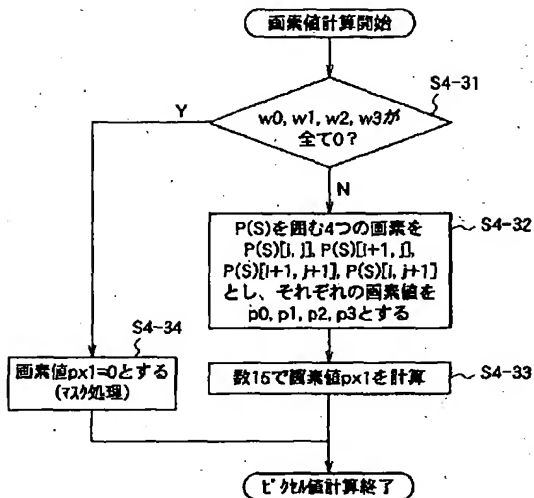
【図25】



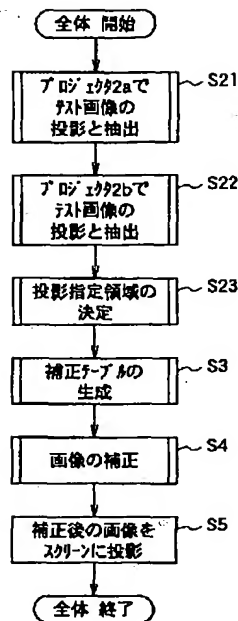
【図26】



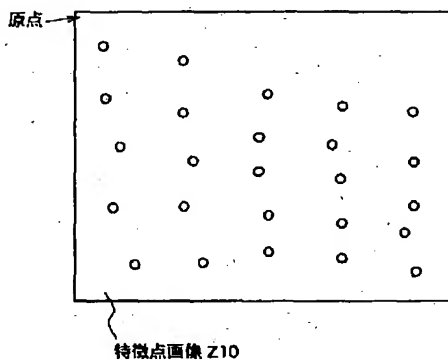
【図27】



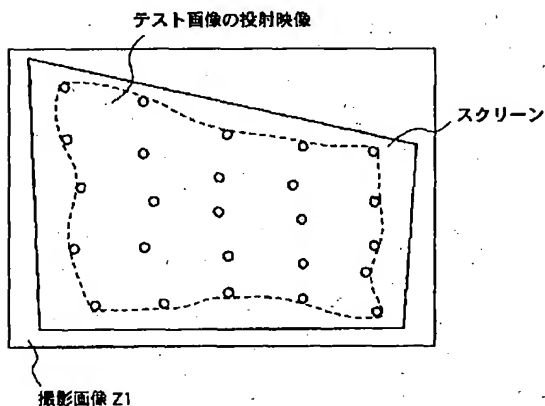
【図42】



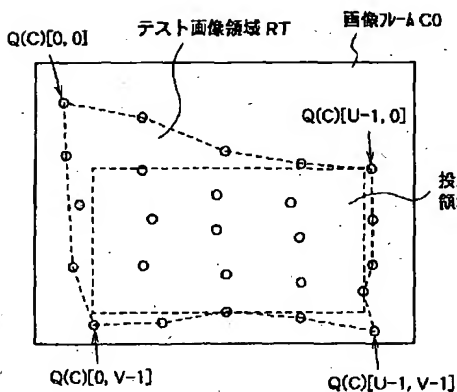
【図29】



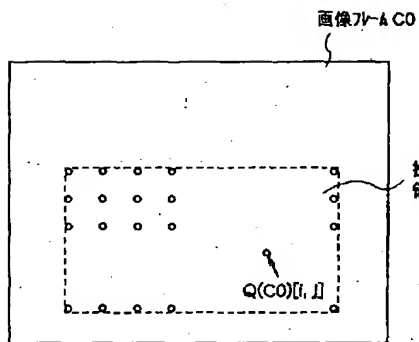
【図28】



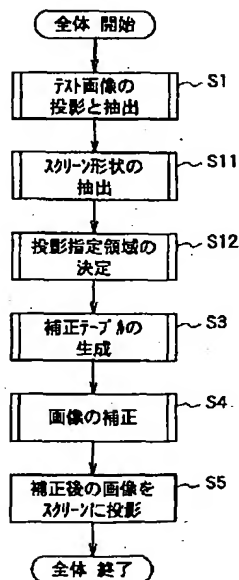
【図30】



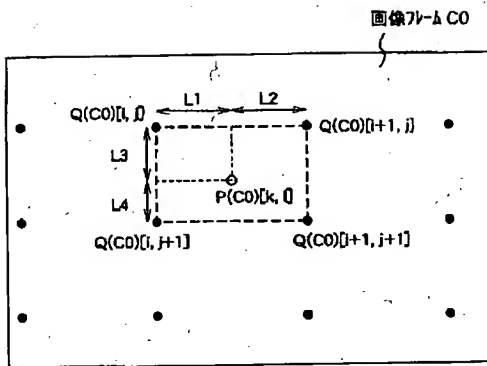
【図31】



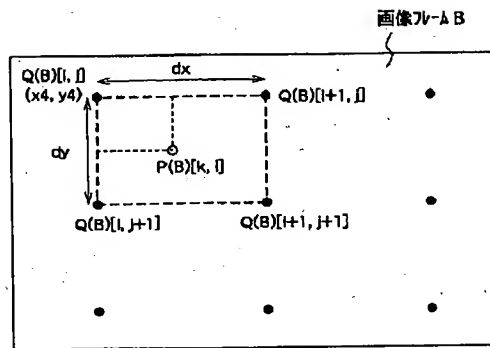
【図47】



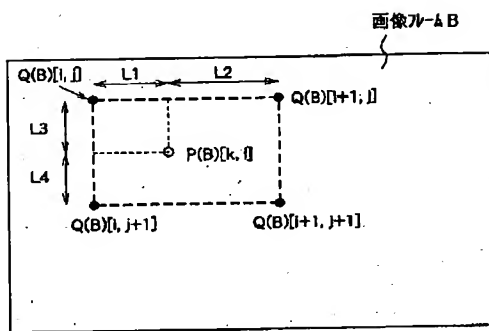
【図 3 2】



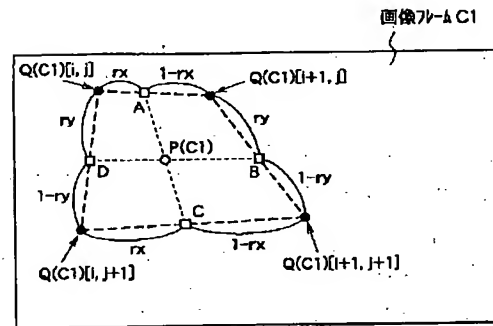
【図 3 3】



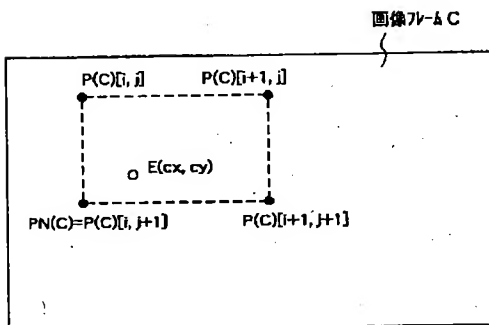
【図 3 4】



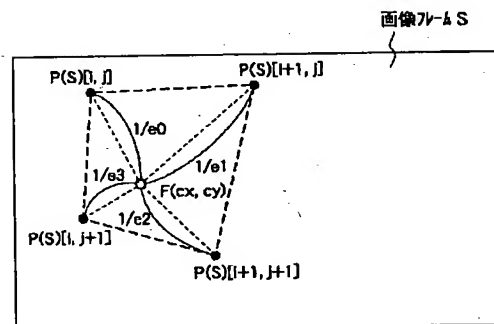
【図 3 5】



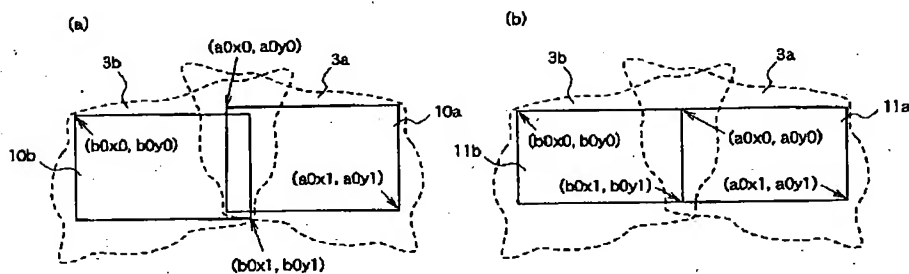
【図 3 6】



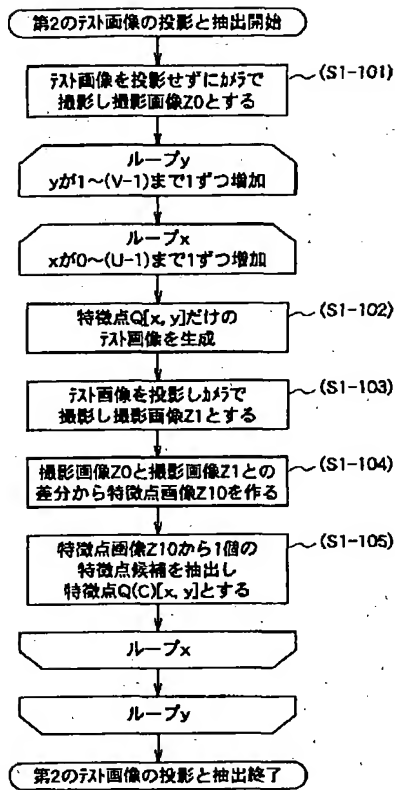
【図 3 7】



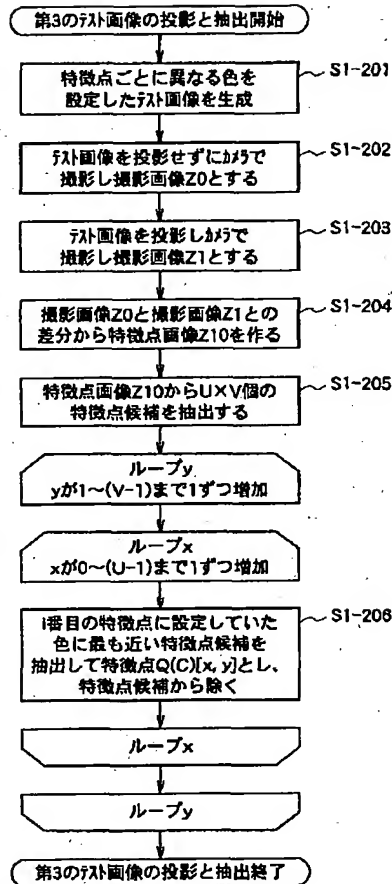
【図 4 4】



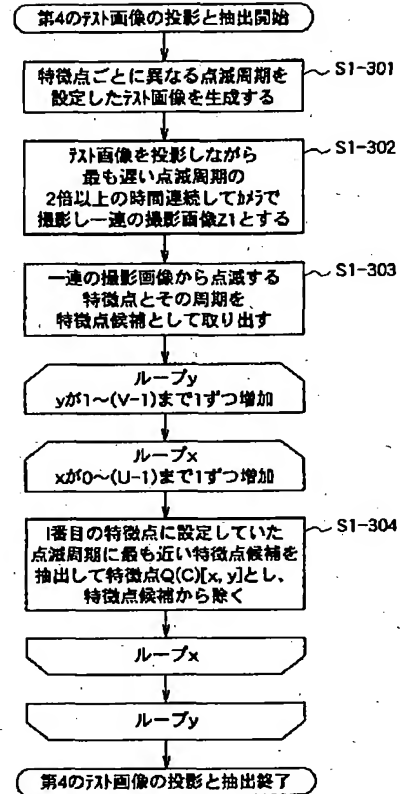
【図38】



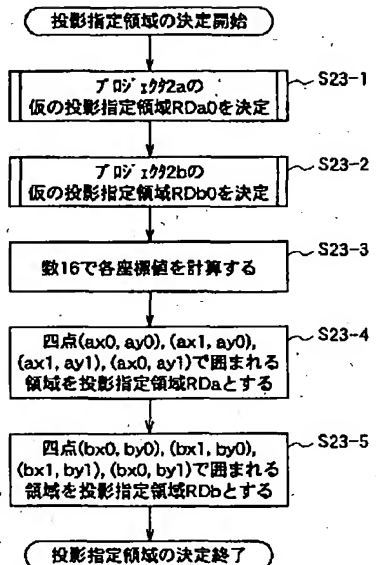
【図39】



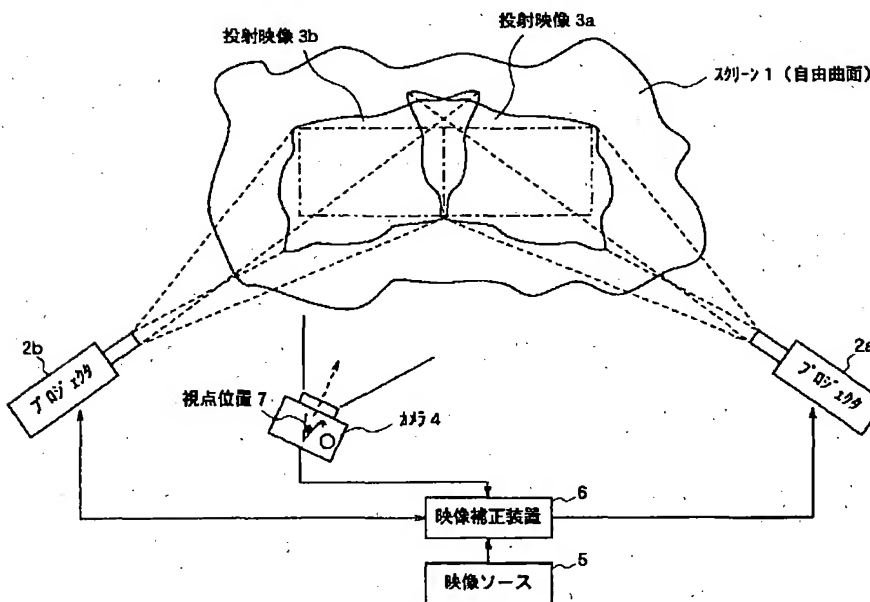
【図40】



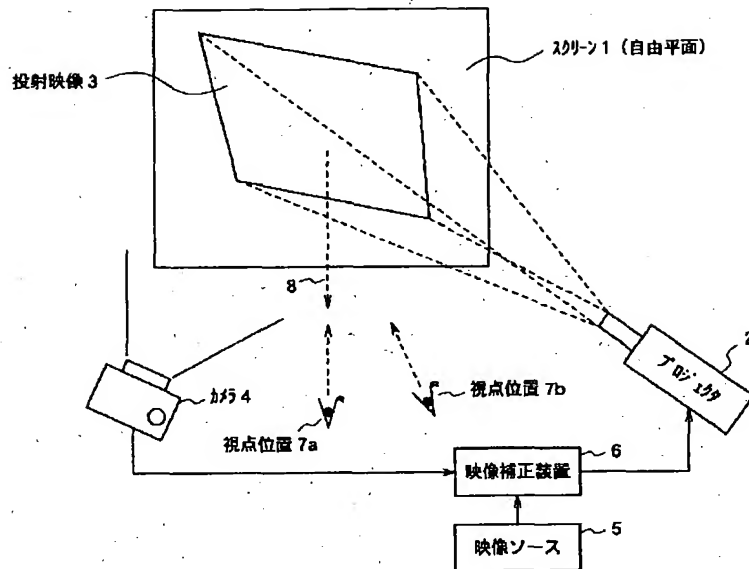
【図43】



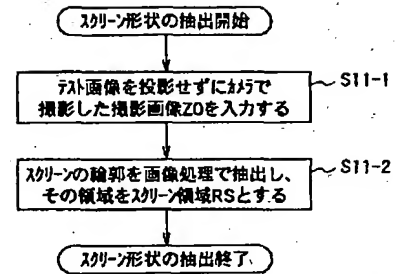
【図41】



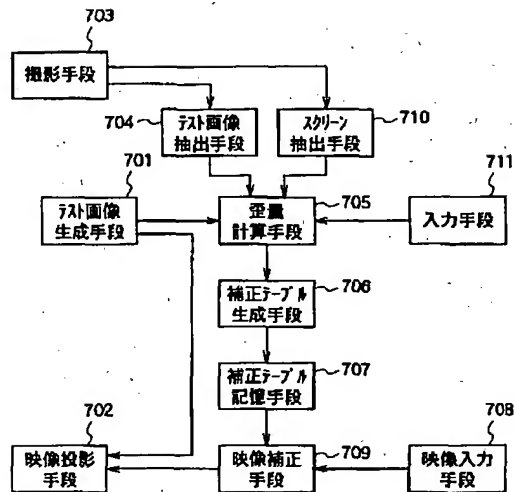
【図 45】



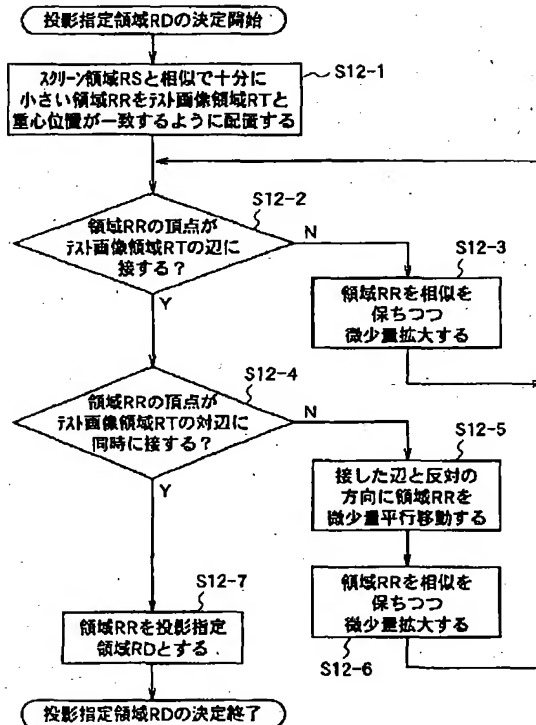
【図 48】



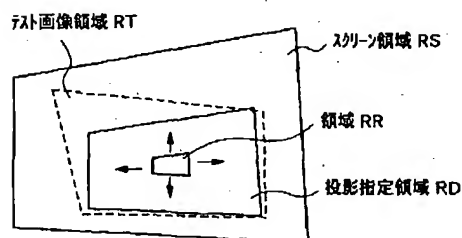
【図 46】



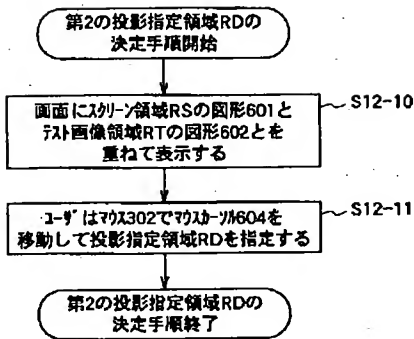
【図 49】



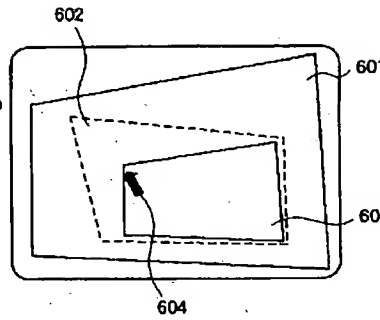
【図 50】



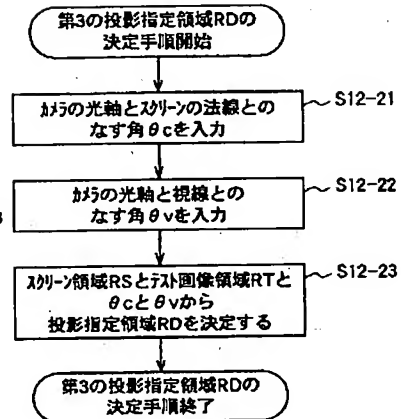
【図51】



【図52】



【図53】



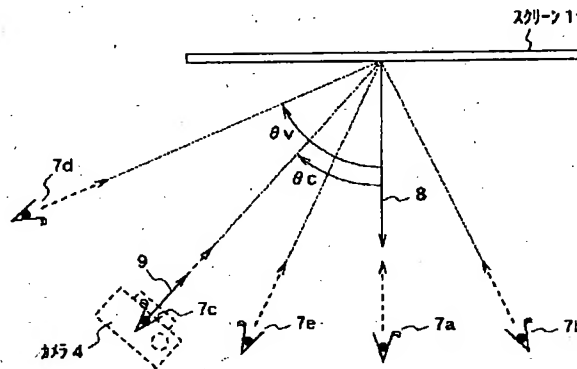
【図54】

角度を入力して下さい

カメラの光軸とスクリーンの法線とのなす角
 $\theta_c = 45$ [deg]

カメラの光軸と視線とのなす角
 $\theta_v = \blacksquare$ [deg]

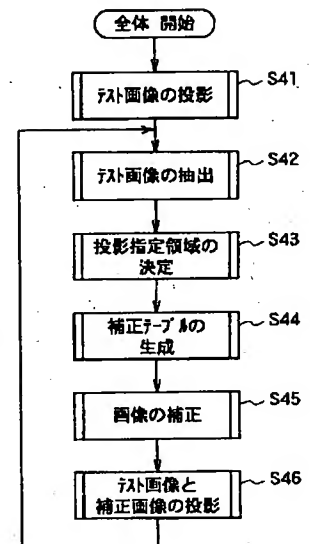
【図55】



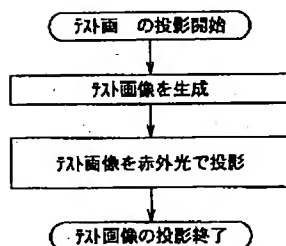
【図56】

視点位置	7d	7c	7e	7a	7b
角度 θ_v	$\theta_v > \theta_c$	$\theta_v = \theta_c$	$0 < \theta_v < \theta_c$	$\theta_v = 0$	$\theta_v < 0$
投影指定領域 RDの形状 (カメラから観察)					
	外補図形	長方形	内補図形	スクリーン領域RSと 相似形	外補図形

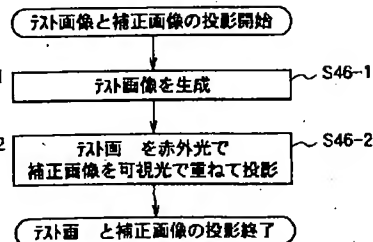
【図58】



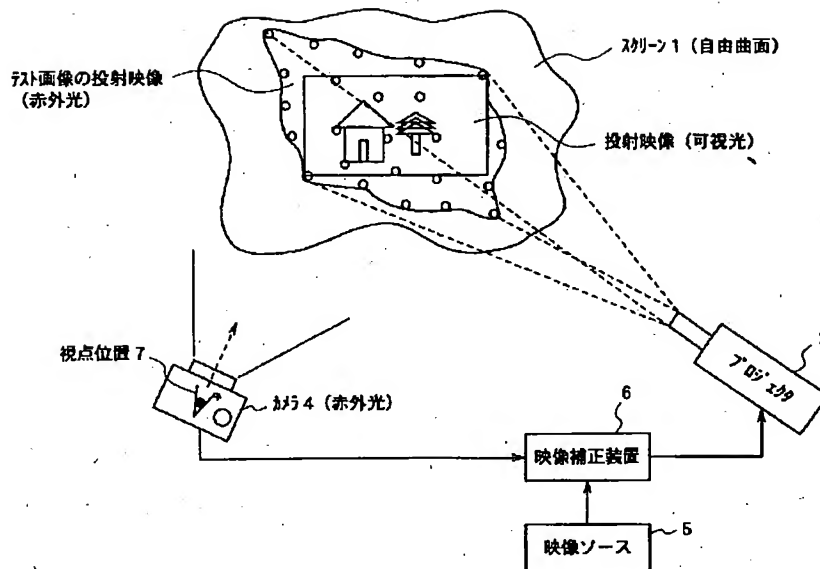
【図59】



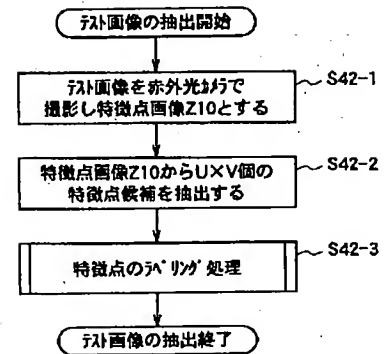
【図61】



【図57】



【図60】



フロントページの続き

(72) 発明者 吉田 裕之
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 福宮 英二
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 吉澤 正文
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内